1. Sept. 1976

Populäre Elektronik

1
DM 2,85

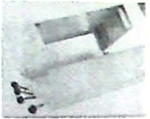
neu

Ein Platz für viere!

- FBI-Sirene
- Elektro-Toto-Würfel
- P.E.-Transitest

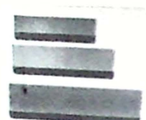


Gehäuse für Bausätze



Universal-Gehäuse
Besonders gut geeignet für verschiedene Bausätze aus unserem großen Bausatzprogr., u. a. für die Bausätze B 50, B 80, B 58 usw. Dieses Gehäuse besteht aus zwei Kunststoffschalen, die genau in einer Nut aufeinanderpassen. Die Frontplatte und die Rückseite dieses Gehäuses bestehen aus einem eloxierten Aluminiumblech und sind abnehmbar, daher ist eine Bearbeitung der Front- und Rückseite sehr einfach. Im Gehäuse sind Führungen zur Aufnahme von Europakarten vorgesehen. Maße: 205 x 140 x 75 mm; Farbe: Laborweiß.
Best.-Nr. GE 101 ..... 1 St. **DM 16.85** 10 St. **DM 151.65**

Kleingehäuse
Zweiteilige Gehäuse aus Kunststoff in 3 Größen. Boden dunkelgrau, Haube hellgrau. Montage von Leiterplatten möglich durch Gewinde im Gehäuse. Europakarte 100 x 160 mm paßt in ET 4.



ET 2, 120 x 65 x 40 mm .... **DM 6.85**
ET 3, 150 x 80 x 50 mm .... **DM 7.70**
ET 4, 188 x 100 x 60 mm .... **DM 11.25**

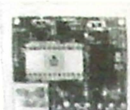
Preiswertes Kunststoffgehäuse
mit verschraubbarem Boden, Farbe: hellgrau. Maße: 110 x 60 x 30 mm.
Typ GE 88
1 Stück .... **DM 2.25**
10 Stück .... **DM 20.25**



Neu!!! Ultraschallalarmanlage bestehend aus:
einem Ultraschallsender und einem Ultraschallempfänger. Dies sind 2 Einheiten, die voneinander getrennt in einem Raum angebracht werden können (gegenüber oder nebeneinander). Durch Drücken einer Taste wird die Anlage scharf gemacht und reagiert dann mit einstellbarer Empfindlichkeit auf Bewegungen im Raum. Angezeigt wird die Reflexionsveränderung der Ultraschallwellen innerhalb eines Raumes. Das auf der Empfängerplatine befindliche Relais schaltet einen beliebigen Alarm (Klingel usw.) in der Regel bereits beim Öffnen der Tür, spätestens beim Betreten des Raumes. Auch Bewegungen bereits beim Schärfen der Anlage im Raum befindlicher Personen werden als Alarm gewertet!
Bausätze komplett einschließlich sämtlicher Einzelteile! Auch Ultraschallwandler!
Ultraschallsender **Best.-Nr. B 116** .... **DM 19.80**
Ultraschallempfänger **Best.-Nr. B 117** .... **DM 36.50**

ITT Leistungsdioden, 1 A

	1 Stück	10 Stück	100 Stück
1 N 4001, 50 V	DM –.20	1.90	17.—
1 N 4002, 100 V	DM –.25	2.35	21.—
1 N 4003, 200 V	DM –.25	2.35	21.—
1 N 4004, 400 V	DM –.25	2.35	21.—
1 N 4005, 600 V	DM –.25	2.35	21.—
1 N 4006, 800 V	DM –.30	2.85	26.—
1 N 4007, 1000 V	DM –.30	2.85	26.—



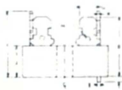
Pillenalarm. Erinnert zuverlässig Ihre Frau zur gewissen Stunde an das Einnehmen der bewußten Pille. Gibt sirenenartigen Doppelton ab. Quarzgesteuert, daher große Genauigkeit. Arbeitet mit Uhren-IC E 1109 als 24-Stunden-Weckeinrichtung. Auch als Wecker zu verwenden! Betriebsspannung 9 V, Verbrauch 1,8...2,2 mA, im Alarmzustand etwas mehr. Batteriebetrieb z. B. im Urlaub ist möglich!
Bausatz komplett einschließlich Platine, Halbleiter, Einzelteile, Schalter, Lautsprecher usw.
Bestell-Nr. B 113 .... **DM 49.95**



Gurtwarner aus der Fernsehserie „Hobbythek". Vergeßliche Autofahrer werden von diesem Bausatz durch Blinken von ein oder zwei Signallämpchen auf wirkungsvolle Weise an das Anlegen der Sicherheitsgurte erinnert. Erst nach Betätigen einer Taste erlöschen die wechselseitig blink. Lampen. Für 6- und 12-V-Autobordnetze geeignet.
Bausatz komplett einschließlich Platine, Halbleiter, Lämpchen, Taste, usw. **Best.-Nr. B 1011** .. **DM 10.85**



Auto-Einbruch-Alarm aus der Fernsehserie „Hobbythek". Zum Absichern Ihres Kraftfahrzeuges. Sehr sichere Funktion: Nach Verlassen des Wagens wird die Anlage von außen magnetisch geschärft. Nach dem Öffnen der Tür muß innerhalb einer bestimmten Zeit ein verborgener Schalter betätigt werden, sonst wird der Alarm gestartet. Nach max. 30 Sekunden endet der Alarm und wird bei erneutem Öffnen der Tür abermals gestartet. Nur Sie selbst kennen den verborgenen Schalter!
Bausatz komplett einschließlich Platine, Halbleiter, Schalter, Relais usw. **Best.-Nr. B 1013** .. **DM 31.85**



Ideal zum Bau von Akku-Ladegeräten
Hochleistungsbrückengleichrichter
B100–C25000, bestehend aus vier Leistungsdioden im Kühlkörper. Maße: 28 x 28 x 10 cm.
1 Stück .... **DM 14.20**
10 Stück .... **DM 120.—**
Passender Ladetrafo dazu, 12 V, 100 VA .... **DM 19.50**

Uhren-ICs

Uhren-ICs
MM 5314 .... 1 Stück **DM 14.65**
Datenblatt hierzu .... **DM —.50**
MK 50250 .... 1 Stück **DM 22.50**
Datenblatt hierzu .... **DM —.50**
E 1109 .... 1 Stück **DM 27.95**
Quarz 4,194304 MHz .... 1 Stück **DM 3.85**

TTL-Serie SN 74...

ITT
SIEMENS

ICs
Fan out 10

Typ	DM	Typ	DM
SN 7400	–.55	SN 7460	–.68
SN 7401	–.68	SN 7470	1.25
SN 7402	–.68	SN 7473	1.18
SN 7404	–.73	SN 7474	–.98
SN 7405 N	–.79	SN 7475	1.75
SN 7408 N	–.78	SN 7486	1.39
SN 7410	–.68	SN 7490	1.53
SN 7412	–.79	SN 7492	1.75
SN 7413	1.14	SN 7493	1.75
SN 7417	1.15	SN 7494	3.—
SN 7420	–.64	SN 7495	2.70
SN 7423	–.79	SN 74121	1.18
SN 7432	1.18	SN 74123	2.70
SN 7440	–.68	SN 74141	2.98
SN 7442	2.80	SN 74190	4.17
SN 7445	4.40	SN 74193	5.65
SN 7447 N	2.95	SN 75491	2.50
SN 7448	3.52	SN 75492	2.50

CD 4001 ...... –.95   CD 4011 AE 1.50

Lineare ICs

Typ	DM	Typ	DM
CA 3080	3.70	LM 703	5.95
CA 3046	3.50	LM 709 DIL	2.—
CA 3089	16.50	LM 723	5.90
CA 3090 Q	12.50	LM 741	2.75
MC 1310 P (76115)	5.95	LM 309 K	6.65
TBA 325 A	6.65	UAA 170	9.50
TBA 325 B	9.—	UAA 180	9.50
TBA 480	2.50	SO 42 P	5.50
TBA 120 AS	3.55	TAA 550	–.95
TBA 810/S	5.80	SAS 560 S	6.80
SN 76660 (TBA 120)	3.85	SAS 570 S	6.80
NE 555 V	2.50	TAA 621	4.80
NE 556 A	5.50	TDA 2020	16.85

Zener-Dioden, 400 mW
1; 2,7; 3; 3,3; 3,6; 3,9; 4,7; 5,1; 5,6; 6,2; 6,8; 7,5; 8,2; 9,1; 10; 12; 13; 15; 18; 20; 22; 24; 27; 30; 75 V
Stück .... DM –.45
10 Stück .... DM 4.—   100 Stück .. DM 36.50

Brückengleichrichter

	Raster/Ausf.	1 St.	10 St.	100 St.
B 20 C 3200	7,5/10 mm	1.70	15.—	135.—
B 20 C 5000	10/15 mm	2.90	26.—	230.—
B 40 C 600	5 mm	1.60	14.40	129.60
B 40 C 1500	5 mm	1.80	16.20	145.80
B 40 C 3200	7,5/10 mm	2.90	26.10	234.90
B 80 C 5000	7,5/10 mm	4.90	44.10	396.90

Dioden, 1. Wahl	10 St.	100 St.
DUS = 1 N 914 Texas, gegurtet	–.80	6.40
DUS = 1 N 4148 Texas, Geh. SOT 30	–.80	6.40

Original **FERRANTI** Transistoren 1. Wahl

BC 107 A	BC 109 C	BC 179 C	BC 239 C
BC 107 B	BC 177 B	BC 237 B	BC 307 B
BC 108 B	BC 178 B	BC 238 B	BC 414 B
BC 108 C	BC 178 C	BC 238 C	BC 414 C
BC 109 B	BC 179 B	BC 239 B	BC 416 B
			BC 416 C

10 Stück .... DM 3.50   100 Stück ... DM 30.—

SOT 32

6 aus 36
Diese 6 Transistor-Typen ersetzen 36 andere: Silizium-Planar-Transistoren 2 A, Gehäuse SOT 32 Plastik, 1. Wahl, gestempelt.
Als Paare zu verwenden:
BD 375/376, BD 377/378, BD 379/380

	1 St.	10 St.	100 St.
BD 375 NPN = BD 135/165/175/226/233/515	1.20	10.80	97.20
BD 376 PNP = BD 136/166/176/227/234/516	1.30	11.70	105.30
BD 377 NPN = BD 137/167/177/228/235/517	1.40	12.60	113.40
BD 378 PNP = BD 138/168/178/229/236/518	1.50	13.50	121.50
BD 379 NPN = BD 139/169/179/230/237/519	1.60	14.40	129.60
BD 380 PNP = BD 140/170/180/231/238/520	1.70	15.30	137.70

Siemens MKM Kondensatoren

Rastermaß 10 mm, Typ C 100 S 100 V

10 nF	–.35	2.80			
22 nF	–.40	3.20	220 nF	–.45	3.60
47 nF	–.40	3.20	470 nF	–.60	4.60
100 nF	–.45	3.60	1 µF	–.85	6.80

Valvo-Kunstfolien

VALVO

Kondensatoren, 160 V, flache Bauform, Anschlüsse radial (gedr. Schaltung), Typ 10 P

nF	Raster	1 St.	10 St.	nF	Raster	1 St.	10 St.
1	10	–.30	2.40	22	10	–.40	3.20
1,5	10	–.30	2.40	33	10	–.40	3.20
2,2	10	–.30	2.40	47	10	–.40	3.20
3,3	10	–.30	2.40	68	10	–.45	3.60
4,7	10	–.35	2.80	100	15	–.45	3.60
6,8	10	–.35	2.80	150	15	–.60	4.60
10	10	–.35	2.80	220	15	–.70	5.60
15	10	–.35	2.80	330	15	–.85	6.80

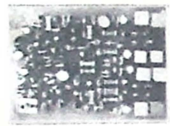
OPPERMANN electronic

Elektronische Bauelemente
D 3051 Sachsenhagen · Dühlfeld 29 · Telefon 0 57 25/10 84 · Telex 9 72 223
Generalvertrieb Schweiz: Thali AG, CH-6285 Hitzkirch, Telefon 0 41/85 12 70

DAS SENSATIONELLE SOMMERANGEBOT!



Zwei-Kanal-Digital-Fernsteuerungs-Sender, 4 Funktionen für Schiffs-, Auto- und Flugmodelle usw. **Oszillator**, quarzgesteuert, 27,125 MHz, Modulation A9 Impulse. **Halbleiter-Bestückung**, 6 Silizium-Transistoren. **Betriebsspannung**, 9–18 V, Stromaufnahme ca. 20–50 mA, **ungetastet** ca. 1 mA, Reichweite 100 bis 200 m. Maße 50 x 82 mm. Gewicht 75 g. Prüfnummer FTZ-Nr. AGS-8 H 218. **Geprüft und betriebsfertig** mit Schaltplan und Anleitung.
Best.-Nr. SB 125 .... **DM 22.95**



Zwei-Kanal-Fernsteuerungs-Empfänger, passend für o. a. Sender, Betriebsart Pendelempfänger. **Schaltstufe**, 2 Schaltkanäle mit 8 Kleinleistungs-Transistoren, Ausgang (4x AC 187/88 K), Betriebsspannung 3 V, +9 V. **Halbleiter-Bestückung**, 8 Germanium-Kleinleistungstransistoren und 23 Silizium-Transistoren. **Gewicht** ca. 75 g. Maße 67 x 89 mm. **Geprüft und betriebsfertig** mit Schaltplan und Anleitung. Prüfnummer FTZ-Nr. AGS-8 H 218 A.
Best.-Nr. EB 250 .... **DM 29.75**

Digitaluhr mit Weckeinrichtung mit MOSTEK-IC MK 50250, 6stellig, mit IC-Segmenttreibern. Die Weckzeit kann angezeigt werden (die Uhr läuft währenddessen weiter), sie läßt sich in Minutenschritten einstellen. Der Weckton ist laut und intensiv und weckt auch hartnäckige Schläfer. Mit Snooze (Weckwiederholung)! Mit großer, lichtstarker Anzeige. Die Anzeigeplatine ist steckbar, so daß die bisher notwendigen lästigen Drahtverbindungen entfallen!
Bausatz komplett einschließlich aller benötigten Schalter, Tasten usw. Übrigens: eine automatische Helligkeitssteuerung ist möglich, jedoch nicht im Bausatz enthalten.
Best.-Nr. B 100 .... **DM 89.50**



Elektron. überrasch. Glocke, Best.-Nr. B 52. Bei Betätigung dieser Glocke erklingen 8 verschiedene Töne, zufallsbedingt in stets wechselnder Reihenfolge Betriebsspannung: 8 V -.
Bestell-Nr. B 52 .... **DM 37.40**
Passender Lautsprecher dazu .... **DM 6.90**

OPPERMANN
electronic

Elektronische Bauelemente
D 3051 Sachsenhagen · Dühlfeld 29
Telefon 0 57 25/10 84 · Telex 9 72 223
Generalvertrieb Schweiz: Thali AG,
CH-6285 Hitzkirch, Telefon 0 41/85 12 70

(Verlagsanzeige)

PEPS

P.E.–Print–Shop P.E.–Front–Shop

Zu allen in P.E. beschriebenen Schaltungen sind im Fachhandel und beim Verlag Platinen erhältlich. Die Platinen sind fertig gebohrt, haben Bestückungsaufdruck und auf der Lötseite eine Oxydationsschutzschicht aus Lötlack.
Bezug ab Verlag geschieht durch Vorauszahlung; diese kann bei allen Banken, Kassen und Geldinstituten durch Bareinzahlung mit Zahlschein oder Überweisung vom eigenen Konto erfolgen.
Das dazu erforderliche Formular, das bei allen Banken ausliegt, ist wie folgt auszufüllen:
(Fettgedrucktes):

ZAHLSCHEIN

GUTSCHRIFT

DER PE-Verlag, Postfach 1368
5063 Overath

373 602 90

390/00 12 27 Kreissparkasse Overath-Heiligenhaus

Im Feld „Verwendungszweck" muß der Bestellcode der gewünschten Platine eingetragen werden, rechts daneben der Preis.
Wichtig: Absender und Anschrift im Feld „Auftraggeber" deutlich in Blockschrift eintragen, damit die Bestellung reibungslos abgewickelt werden kann.
Im Preis sind die Versandkosten bereits enthalten.
Nachnahmeversand ist nicht möglich. Lieferzeit für Platinen, die vorübergehend nicht auf Lager sind, 2 bis 3 Wochen.

LIEFERBARE PLATINEN

Platine	Bestellcode	Preis
FBI-Sirene	SI-a	DM 4,35
P.E.-Transitest	TT-a	DM 6,75
Elektro-Toto	DS-a	DM 6,60

P E P S – Preise incl. MwST. und Porto.

Populäre Elektronik

Zeitschrift für einfache Elektronik
1. Jahrgang Nr. 1
Populäre Elektronik erscheint zweimonatlich

Herausgeber:
DER PE-Verlag GmbH, Overath

Redaktion:
V. Grummer
J. Kattenkamp
W. Leiner
J. Pas
J. Verstraten

Redaktionsanschrift:
Postfach 1366, 5063 Overath

Vertrieb und Anzeigenverwaltung:
Postfach 1366, 5063 Overath, Tel. (02206) 4242

Bezugspreise:
Einzelheft DM 2,85
Kalenderjahresabonnement 1977: BRD DM 15,–, Ausland DM 19,–
Kündigung des Jahresabonnements zum Jahresende ist jederzeit möglich.
Konto:
Deutsche Bank AG, Bensberg Nr. 655-3317
Kreissparkasse Overath-Heiligenhaus, Nr. 390/001227

Inhalt

Im nächsten Heft:

- Carbophon
- Testy
- Mikro

und voraussichtlich:

- Die totale Uhr
- Löten – ein Fotoreport
- Populäre Wissenschaft: Herzschrittmacher

TRANSISTOREN BC

Typ	ab 1 St.	10 St.	Typ	ab 1 St.	10 St.
BC 107 A	0,65	0,60	BC 214 C	0,50	0,45
BC 107 B	0,65	0,60	BC 237 B	0,50	0,45
BC 108 B	0,65	0,60	BC 238 B	0,50	0,45
BC 108 C	0,65	0,60	BC 238 C	0,50	0,45
BC 109 B	0,60	0,60	BC 239 B	0,50	0,45
BC 109 C	0,65	0,60	BC 239 C	0,50	0,45
BC 140-10	1,30	1,20	BC 250	0,95	0,90
BC 141-10	1,35	1,25	BC 251	0,80	0,75
BC 147 B	0,70	0,60	BC 252	0,75	0,70
BC 148 B	0,70	0,60	BC 253	0,75	0,70
BC 149 B	0,70	0,60	BC 307 B	0,50	0,45
BC 157 B	0,70	0,60	BC 308 B	0,50	0,45
BC 158 B	0,70	0,70	BC 208 C	0,50	0,45
BC 159 B	0,70	0,60	BC 309 B	0,50	0,45
BC 160-10	1,60	1,45	BC 327-25	0,60	0,55
BC 161-10	1,60	1,40	BC 328-40	0,65	0,60
BC 170 B	0,55	0,50	BC 337-25	0,65	0,60
BC 170 C	0,55	0,50	BC 338-40	0,65	0,60
BC 171 B	0,55	0,50	BC 413 B	0,70	0,65
BC 172 B	0,55	0,50	BC 413 C	0,75	0,70
BC 172 C	0,55	0,50	BC 414 B	0,70	0,65
BC 173 B	0,60	0,55	BC 414 C	0,70	0,65
BC 173 C	0,60	0,55	BC 415 B	0,70	0,65
BC 174 B	0,75	0,65	BC 416 B	0,70	0,65
BC 177 A	0,75	0,70	BC 516	1,20	1,05
BC 178 B	0,95	0,90	BC 517	1,35	1,20
BC 179 B	0,95	0,90	BC 546 B	0,60	0,55
BC 182 B	0,50	0,45	BC 547 B	0,60	0,55
BC 183 B	0,50	0,45	BC 548 B	0,60	0,55
BC 184 B	0,50	0,45	BC 549 B	0,60	0,55
BC 184 C	0,50	0,45	BC 550 B	0,70	0,60
BC 212 B	0,50	0,45	BC 557 B	0,60	0,55
BC 213 B	0,50	0,45	BC 558 B	0,60	0,55
BC 213 C	0,50	0,45	BC 559 B	0,60	0,55
BC 214 B	0,50	0,45	BC 560 B	0,60	0,55

TRANSISTOREN BD

Typ	ab 1 St.	10 St.	Typ	ab 1 St.	10 St.
BD 135	1,20	1,05	BD 235	2,20	1,95
BD 136	1,25	1,10	BD 236	2,30	2,20
BD 137	1,25	1,10	BD 237	2,30	2,20
BD 138	1,30	1,15	BD 238	2,65	2,45
BD 139	1,40	1,25	BD 241	2,45	2,20
BD 140	1,45	1,30	BD 242	2,70	2,45
BD 165	1,55	1,45	BD 243	2,95	2,70
BD 166	1,60	1,50	BD 244	3,20	2,95
BD 167	1,60	1,50	BD 245	3,60	3,45
BD 168	1,70	1,65	BD 246	3,60	3,45
BD 169	1,95	1,85	BD 675	2,50	2,25
BD 170	1,95	1,85	BD 676	2,65	2,35
BD 181	4,95	4,75	BD 677	2,65	2,45
BD 182	5,95	5,50	BD 678	2,75	2,55
BD 183	6,95	6,50	BD 679	2,75	2,55
BD 223	1,95	1,75	BD 680	2,85	2,65
BD 234	1,95	1,85			

TRANSISTOREN BF

Typ	ab 1 St.	10 St.	Typ	ab 1 St.	10 St.
BF 115	1,75	1,65	BF 224	1,10	0,95
BF 167	1,35	1,25	BF 245 B	1,60	1,55
BF 173	1,35	1,30	BF 257	1,60	1,45
BF 177	1,10	0,95	BF 258	1,70	1,65
BF 178	1,90	1,80	BF 259	1,95	1,85
BF 179	1,95	1,85	BF 314	1,95	1,85
BF 184	1,70	1,60	BF 324	1,60	1,50
BF 185	1,70	1,60	BF 337	2,60	2,45
BF 194	0,80	0,70	BF 311	1,65	1,55
BF 195	0,80	0,70	BF 457	1,60	1,50
BF 196	1,10	0,95	BF 458	1,60	1,50
BF 197	1,10	0,95	BF 459	1,95	1,70
BF 198	0,80	0,70	BF 494	1,10	0,95
BF 199	0,90	0,80			

TRANSISTOREN 2 N

Typ	ab 1 St.	10 St.	Typ	ab 1 St.	10 St.
2 N 708	1,20	1,10	2 N 3054	2,95	2,80
2 N 1613	0,95	0,90	2 N 3055	2,95	2,75
2 N 1711	0,95	0,90	2 N 3553	4,95	4,75
2 N 1893	1,30	1,20	2 N 3702	0,95	0,90
2 N 2218 A	1,20	1,10	2 N 3703	1,10	0,90
2 N 2219 A	1,20	1,10	2 N 3704	0,95	0,85
2 N 2646	3,30	2,95	2 N 3705	0,90	0,80
2 N 2904 A	1,20	1,10	2 N 3706	0,90	0,80
2 N 2905 A	1,20	1,10	2 N 3819	2,50	2,20
2 N 3053	1,50	1,40	2 N 3866	4,95	4,50

10 St. Preise gelten nur bei Abnahme von 10 St. pro Type

TTL-Digital IC

Typ	Preis	Typ	Preis	Typ	Preis
SN 7400	0.55	SN 7446	3.90	SN 7494	2.95
SN 7401	0.60	SN 7447	2.95	SN 7495	2.65
SN 7402	0.60	SN 7448	3.20	SN 7496	3.95
SN 7403	0.60	SN 7450	0.60	SN 74100	4.80
SN 7404	0.70	SN 7451	0.70	SN 74107	1.40
SN 7405	0.70	SN 7453	0.70	SN 74121	1.50
SN 7406	1.60	SN 7454	0.70	SN 74122	1.50
SN 7407	1.40	SN 7460	0.65	SN 74123	2.65
SN 7408	0.75	SN 7470	1.15	SN 74132	2.65
SN 7410	0.60	SN 7472	1.10	SN 74141	2.90
SN 7412	0.80	SN 7473	1.15	SN 74151	2.95
SN 7413	1.15	SN 7474	0.95	SN 74153	2.95
SN 7416	1.30	SN 7475	1.70	SN 74154	4.95
SN 7420	0.60	SN 7476	1.25	SN 74164	4.65
SN 7425	1.—	SN 7480	2.75	SN 74190	4.95
SN 7427	1.10	SN 7483	3.80	SN 74191	4.95
SN 7430	0.65	SN 7485	3.95	SN 74192	4.70
SN 7432	1.—	SN 7486	1.35	SN 74193	4.70
SN 7437	1.30	SN 7490	1.50	SN 74196	3.80
SN 7440	0.65	SN 7491	3.45	SN 74247	4.60
SN 7442	2.80	SN 7492	1.70		
SN 7445	4.40	SN 7493	1.75		

Lineare IC

Typ	Preis	Typ	Preis
uA 709 D	1.75	MC 1458	2.95
uA 709 T	1.75	NE 555 MD	2.50
uA 709 MD	1.70	NE 555 T	3.95
uA 723 T	2.95	NE 556	4.95
uA 723 D	2.95	MC 1310 P	8.50
uA 741 D	1.95	CA 3090 Q	14.50
uA 741 T	1.80	SN 76131	3.95
uA 741 MD	1.95	UAA 170	7.50
uA 748 T	2.95	UAA 180	7.50
uA 747 D	3.75		

IC Sockel 16polig

10 St. DM 4,50

7 Segment-Displays!

1. Qualität. Große Helligkeit, gute Ausleuchtung. Alle Typen gemeinsame Anode.

		1 St	ab 6 St	ab 60 St
Monsanto				
MAN 72	8 mm Ziffer	4,95	4,50	3,95
MAN 4710	10 mm Ziffer	5,95	5,50	4,95
Hewlett Packard				
HP 7730	8 mm Ziffer	5,20	4,95	4,50
HP 7750	11 mm Ziffer	5,95	5,75	5,20
Valvo				
COY 84	19 mm Ziffer	7,95	7,50	6,95

(Wir liefern alle Anzeigen mit Datenblatt)

TUN/NPN TO 5/Metall
ähnlich 2N1613/1711/2218/2219
Typ MCT 1
10 Stck. DM 3,95 100 Stck. DM 31,50

TUP/PNP TO 5/Metall
ähnlich 2N2904/2905 Typ MCT 2
10 Stck. DM 4.50 100 Stck. DM 39.50

Spannungsregler

Typ		Preis	Typ		Preis
TBA 625 A	5 V	3.95	TBA 325 A	5 V	7.50
TBA 625 B	12 V	3.95	TBA 325 B	12 V	7.50
TBA 625 C	15 V	3.95	TBA 325 C	15 V	7.50
L 129	5 V	6.95	LM 309 K	5 V	7.50
L 130	12 V	6.95	78 MG		6.95
L 131	15 V	6.95	79 MG		6.95

Mit 6 Typen aus der neuen SOT 32 Reihe von -SGS- können Sie 36 verschiedene BD Typen ersetzen. (2 Amp.)

BD 375	= 135/165/175/226/233/515	1,30
BD 376	= 136/166/176/227/234/516	1,35
BD 377	= 137/167/177/228/235/517	1,35
BD 378	= 138/168/178/229/236/518	1,50
BD 379	= 139/169/179/230/237/519	1,60
BD 380	= 140/170/180/231/238/520	1,75

DUS TUN TUP

D 472, ähnl. 1 N 4148
10 St. .... DM —,45
100 St. .... DM 4,—
1000 St. .... DM 37,—

Ähnl. BC 107/147/171
10 St. .... DM —,85
100 St. .... DM 8,—
1000 St. .... DM 75,—

Ähnl. BC 157/177/257
10 St. .... DM —,85
100 St. .... DM 8,—
1000 St. .... DM 75,—

Orig. PIHER Trimmpotentiometer

– volleingekapselt – staubgeschützt
– vielseitig in der Anwendung
Werte: 100/250/500 Ω, 1/2,5/5/10/25/50/100/250/500 kΩ, 1 MΩ.

T 10 S (stehend) T 10 L (liegend)	T 15 S (stehend) T 15 L (liegend)
1 St. DM —.40	1 St. DM —.50
10 St. DM 3.80	10 St. DM 4.60
100 St. DM 35.—	100 St. DM 43.—
1000 St. DM 310.—	1000 St. DM 410.—

Orig. PIHER Drehpotentiometer

21 mm ∅, 6 mm x 60 mm Achse, lieferb. Werte 100, 250, 500 Ω/nur lin., 1, 2,5, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500 kΩ/1 MΩ lin. und log.

Mono DM 1,40 10 St. 12,–
Stereo DM 2,60 10 St. 24,–

balü-Preisknüller

2121 M Steckschlüssel-Satz in Metallkassette, aus hochwertigem Stahl pol. verchromt. Inhalt: 1 Knarre, 1 Grill-Drehstück, 2 Verlängerungsstücke, 1 Adapterstück v. ¼" F auf ¼" M, 1 Zündkerzenschlüssel, 14 Nüsse: 4/4,5/5/5,5/6/7/8/9/10/11/13/14/17/19 mm .... **DM 27.95**

NEU!
RP 50 Elektr. stabilis. Netzteil
12 V/3 A, max. 5 A, kurzschlußfest, m. Anschlußkabel und Schucostecker. **DM 78,85**

W 85 Schnell-Lötpistole mit Lötstellenbeleuchtung, Schukostecker, sekundenschnelle Anheizzeit, 220 V/85 W .... **nur DM 27.50**

MYKIT 200
Unser Spitzenmodell. Ein Elektronik-Labor in einem eleganten, stabilen schwarzen Kunststoffkoffer, das kaum noch Wünsche offen läßt. 200 verschiedene Experimente können leicht vorgenommen werden, darunter techn. hochinteressante Schaltungen. Selbstverständlich fehlen hier nicht so moderne Bauelemente wie IC = Integrierter Schaltkreis, LED = Leuchtdiode, Transistoren usw. Das 120 Seiten starke Anleitungsbuch kann schon als umfassendes Elektronik-Lehrbuch bezeichnet werden. Zusätzliche Stromquellen: ein 9-V-Block, zwei 1,5-V-Mignonzellen **DM 148,–**

balü electronic

balü electronic · Fischertwiete 1 · D-2000 Hamburg 1 · Telefon (0 40) 33 09 35 (Tag u. Nacht) · Telex 2 161 373

Sämtliche Preise verstehen sich einschließlich Mehrwertsteuer. Versand erfolgt per Nachnahme, das Angebot ist freibleibend. Kein Versand unter DM 20.-



NEU DIGITALES MULTIMETER plus KAPAZITÄTSMESSUNG
Zwei Instrumente für den Preis eines Einzigen.

- Netz- und NiCd-Zellen, Gleichspannung, Gleichstrom, Wechselspannung, Wechselstrom, Kapazität, Widerstand.
- AC und DC 1 mV–1500 V, 1 mA–1 A; R 1k–2M; C 1 pF–2 µF.

Preiswert: nur **DM 585,—** inkl.

TTL DIGITAL IC 7400

Typ	Preis	Typ	Preis	Typ	Preis
00	0,55	47	2,70	150	2,95
01	0,55	48	2,75	151	2,50
02	0,55	50	0,55	153	3,00
03	0,55	51	0,55	154	3,95
04	0,65	53	0,55	155	3,45
06	1,00	54	0,60	156	3,00
07	0,70	60	0,55	157	2,90
08	0,70	70	1,00	158	3,45
09	0,70	72	1,00	160	3,55
10	0,55	73	1,05	162	3,25
11	0,60	74	0,95	163	3,25
13	1,00	75	1,50	164	3,95
15	1,20	76	1,00	165	3,95
16	1,05	83	2,90	166	3,95
17	1,05	85	3,80	170	6,90
20	0,55	86	1,10	173	4,75
22	0,75	88	12,50	174	4,35
23	1,10	89	7,50	175	4,35
25	0,95	90	1,50	177	3,70
26	1,00	91	2,75	180	3,00
27	0,95	92	1,55	181	12,50
30	0,60	93	1,55	182	3,00
33	1,00	94	2,40	190	3,70
37	1,00	95	1,90	191	3,70
38	1,10	96	2,20	192	3,65
40	0,55	100	3,65	193	3,45
41	3,00	107	1,05	194	4,25
42	2,10	109	1,85	195	3,25
43	2,30	121	1,10	198	6,50
44	2,30	122	1,20	199	6,50
45	3,75	123	2,20	200	17,25
46	3,80	145	2,85	279	2,95

LINEARE IC's

Typ	Preis	Typ	Preis	Typ	Preis
LM 300 H	2,25	340 U	7,25	741 V	1,10
301 V	1,45	380 A	4,00	747 A	2,20
302 H	2,25	381 A	5,25	748 V	1,35
304 H	2,50	NE 546 V	2,55	5556 V	
305 H	3,00	550 A	2,75	(1456)	3,25
307 V	1,90	555 V	1,95	5558 V	
H	2,25	556 B	3,75	(1458)	2,95
308 V	2,95	560 B	12,75	75450 V	2,25
H	3,95	561 B	12,75	75451 V	2,25
309 K	4,90	562 B	12,75	75452 V	2,25
310 T	3,25	565 A	6,00	75453 V	2,25
311 V	4,50	566 V	6,00	75454 V	2,25
312 H	9,10	567 V	6,25	75491 A	3,25
320 K	6,25	µA 709 A	1,10	75492 A	3,75
324 A	5,35	710 A	1,25	ICL 8038	9,75
339 A	7,45	711 A	1,50	8864 22p	7,25
340 K	10,50	723 A	1,90	TA7117P	14,00
LM 3900 A	1,95	739 A	3,25	MC1312P	15,50
SN76013N	7,50	TDA2020	15,95	ICM7207	18,00
				ICM7208	62,00

(V = Mdip; A = 14dil; B = 16dil; H = TO99)

MEMORIES M/Data CPU's

Typ	Preis
1101 256 bit RAM Mos	8,95
1103 1024 bit RAM	11,25
7489 (8255) 64 bit RAM TTL	9,75
8223 Prog ROM	12,75
5260 1024 Bit RAM	9,75
8008 8 Bit Parallel CPU	76,00
8080 8 Bit CPU	94,50
8080A 8 Bit 64Kx8 CPU	153,50

CALCULATORS & CLOCKS

Typ	Preis	Typ	Preis
5002 Cal	5,95	5314 Clock	15,50
5005 Cal	7,45	5316 Clock	19,75
5311, 5312, 5313, Clocks			12,25

Typ A mit Griffen.
Je Tiefe 220 mm (Griffe 280 mm)

Breite	Höhe 92	135	180 mm
240	55,00	66,00	65,00
450/19″	72,00	77,50	87,50

PROFESSIONAL GEHÄUSE
Preiswert
moderne Ausführung
mit Einstechrahmen.

Typ B – NEU – Ausführung
ohne Griffe und Einstechrahmen

Breite	Höhe 55	92	135 mm
180	22,00	25,00	28,00
240	25,00	28,00	31,00
300	28,00	31,00	34,00

LED

Typ	Preis
DL707 8mm 7seg	4,50
MAN3A 3mm 7seg	1,45
EP1000 Jumbo 26mm 7seg	12,75
Fairchild 37.9 digit array 4mm mit objective	14,75
EL74A Opto-Koppler	3,90

INTEX ELECTRONIK

LEOPOLDSTRASSE 231 – 8000 MÜNCHEN 40

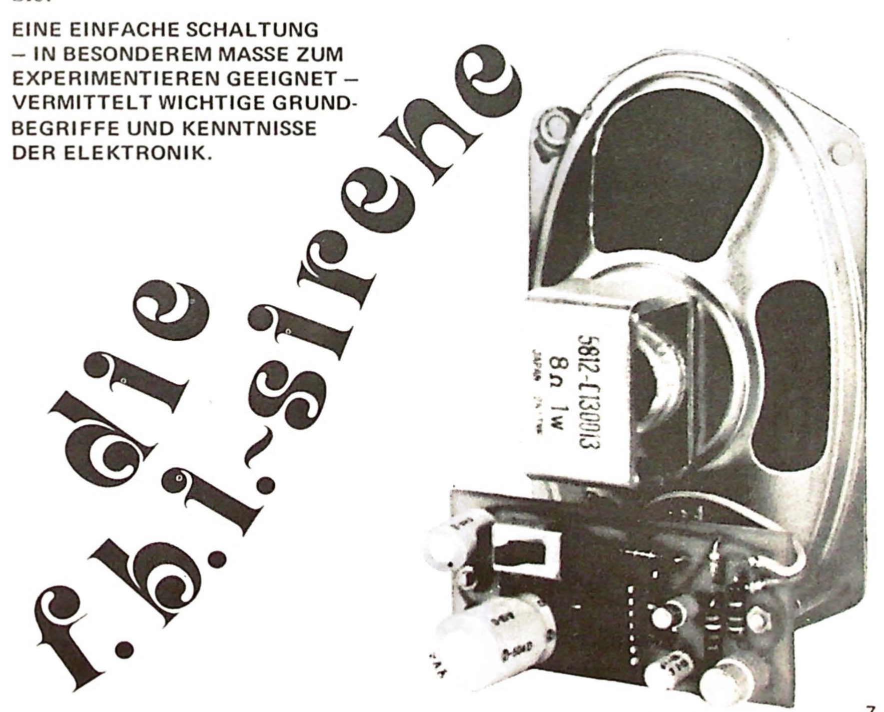
Tel. (089) 359 12 91

Alle Preise incl. Mwst.

Wenn Sie regelmäßig den elektronischen Bilderkasten bewundern, dann kennen Sie wahrscheinlich den irritierenden Sound der amerikanischen Polizei-Sirenen mit dem charakteristischen Wechsel der Tonhöhe. Wenn es Ihr Wunsch ist, sich auch außerhalb der Zeiten des TV-Rituals mit diesem Geräusch berieseln zu lassen, dann können wir Ihnen den Nachbau dieser Schaltung empfehlen.
Sie imitiert nämlich ziemlich naturgetreu den Klang des Law-and-Order-Signalhorns. Die Schaltung kann aber noch mehr: Legt man einen Schalter um, so ertönt ein intermittierendes Alarmsignal mit einer Festfrequenz.
Obwohl ein solches Gerät – sieht man von Modellbau und Amateurhörspiel ab – kaum irgendein sinnvolles Einsatzgebiet hat, ist die Schaltung für den Freizeitelektroniker sehr interessant. Beim Experimentieren mit der Schaltung, z.B. durch Ändern einiger Bauelement-Werte, lassen sich allerlei überraschende Geräuscheffekte erzeugen.
Eine wichtige Voraussetzung für das Experimentieren ist erfüllt: Es ist nämlich fast unmöglich, das Gerät durch Fehlschaltung zu beschädigen. Zur Stromversorgung der Schaltung dient eine „ungefährliche" (6 Volt-) Batterie, deshalb dürfen die allerjüngsten im Bekannten- und Verwandtenkreis auch mal FBI spielen; vielleicht werden sie einmal ebenso begeisterte Freizeitelektroniker wie Sie?

EINE EINFACHE SCHALTUNG – IN BESONDEREM MASSE ZUM EXPERIMENTIEREN GEEIGNET – VERMITTELT WICHTIGE GRUNDBEGRIFFE UND KENNTNISSE DER ELEKTRONIK.

die f.b.i.-sirene



DAS PRINZIP

Eine Sirene ist ein schallerzeugendes Gerät. Will man Schall auf elektronischem Wege erzeugen, dann braucht man eine Schaltung, die den Konus eines Lautsprechers dazu bewegt, mechanische Schwingungen durchzuführen, die sich auf die umgebende Luft übertragen und als Schall wahrnehmbar sind. Wie versetzt man den Lautsprecherkonus in Schwingung?

Zwei wesentliche Bestandteile des Lautsprechers sind die Sprechspule und der Permanentmagnet (Dauermagnet). Wenn durch die Spule ein Strom fließt, so entsteht innerhalb und außerhalb der Spule ein magnetisches Feld. Bereits vorher befand sich die Spule im Feld des Permanentmagneten. Schon seit langer Zeit ist bekannt, daß zwischen zwei Magneten eine Kraft auftritt; diese Kraft ist entweder anziehend oder abstoßend, je nach Richtung der beiden Magnetfelder zueinander. Bei der Sprechspule hängt die Richtung des Feldes von der Richtung des Stromes ab, der in der Spule fließt. Der Konus des Lautsprechers ist mit der Spule mechanisch verbunden, und da die Spule, je nach Richtung des Stromes, entweder weiter in den Magneten hineingezogen oder von ihm abgestoßen wird, bewegt sich auch der Konus in einer der beiden Richtungen. Mit dem Konus wird auch die umgebende Luft in Bewegung versetzt.

Will man nun aus dem Lautsprecher eine Sirenade erklingen lassen, soll also die Tonhöhe des erzeugten Schalls dem Sirenenklang entsprechen, so muß sich der Konus ausreichend schnell hin- und herbewegen, man muß also in jeder Sekunde sehr viele Stromstöße durch die Spule schicken.

Ein Strom hat (fast immer) seine Ursache in einer Spannung. Soll der Lautsprecherkonus schwingen, dann braucht man eine Schaltung, an deren Ausgang schnelle Spannungsänderungen (Impulse) mit ausreichender Häufigkeit stattfinden.

Solche Schaltungen gibt es in Hülle und Fülle, sie heißen: Impulsgeneratoren. Zur Erzeugung von Rechteckimpulsen dient der astabile Multivibrator (AMV). In der FBI-Sirene enthält der AMV einen Baustein, der in der Digitaltechnik eine wichtige Rolle spielt. Über diesen Baustein später mehr, zunächst ist das Prinzip der Sirene abschließend zu besprechen.

Wenn man den Lautsprecher mit reinen Rechteckimpulsen steuert, erklingt ein Ton mit nur einer Tonhöhe. Das ist hier natürlich nicht beabsichtigt. Jede Sirene, die diese Bezeichnung verdient, hat eine veränderliche Tonhöhe.

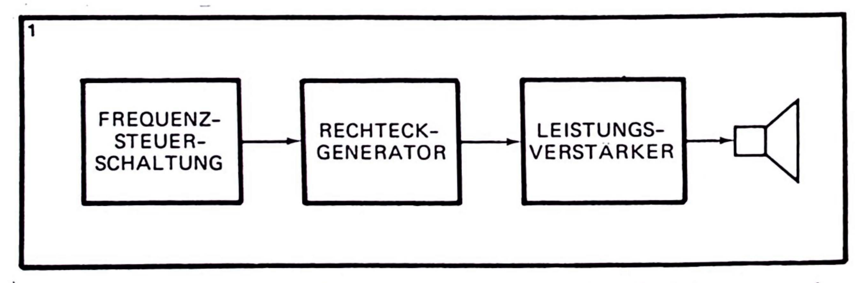


Bild 1. So sieht die Schaltung der Sirene aus, wenn nur die einzelnen Funktionsgruppen dargestellt werden. Das Herz des Gerätes ist der Rechteckgenerator, er erzeugt eine Impulsspannung, die über eine Leistungsstufe den Lautsprecher steuert. Den typischen Sirenenklang bewirkt eine „Frequenz-Steuerschaltung", die auf den Rechteckgenerator arbeitet.

Deshalb enthält die Schaltung eine zweite Baugruppe, welche die Frequenz der Rechteckspannung (so heißt die Anzahl der Rechteckimpulse je Zeiteinheit) rhythmisch verändert.
Schließlich ist noch eine Leistungsstufe erforderlich; sie hat die Aufgabe, so viel Signalstrom durch den Lautsprecher fließen zu lassen, daß ein kräftiges, richtiges Sirenensignal zu hören ist.
Die vollständige Schaltung besteht demnach aus drei Blöcken und dem Lautsprecher (Bild 1). Ein Rechteckgenerator erzeugt Impulse; eine Steuerschaltung bewirkt, daß die Frequenz der Impulse rhythmisch zwischen zwei Werten wechselt; eine Leistungsstufe verstärkt das Signal und gibt einen ausreichend starken Strom an den Lautsprecher ab.

DER SN 7413

Wie im vorangegangenen Abschnitt bereits angedeutet, enthält die FBI-Sirene ein IC aus der TTL-Serie, das in Digitalschaltungen häufig zum Einsatz kommt: die integrierte Schaltung SN 7413, ein sogenannter Schmitt-Trigger.
Zunächst ist zu fragen: Was ist eine integrierte Schaltung? Wie jede Schaltung, enthält auch die „integrierte Schaltung", kurz „IC" genannt (von Integrated Circuit) mehrere elektronische Bauelemente, die in bestimmter Weise zusammenwirken, so daß das IC die Funktion einer Baugruppe in einem größeren System hat.
Statt auf einer Platine, befindet sich die gesamte Schaltung des ICs auf einem sehr kleinen Plättchen Silizium, dem „Chip". Wegen seiner geringen Abmessungen und aus anderen Gründen muß das Plättchen in ein Gehäuse; dieses ist, gemessen am Inhalt, eigentlich zu groß, aber immer noch so klein, daß das Einlöten in die Platine eine diffizile Angelegenheit ist. Über die Anschlußstifte, die entweder in die Platine eingelötet oder in eine IC-Fassung gesteckt werden, ist jeder wichtige Punkt der Schaltung zugänglich.

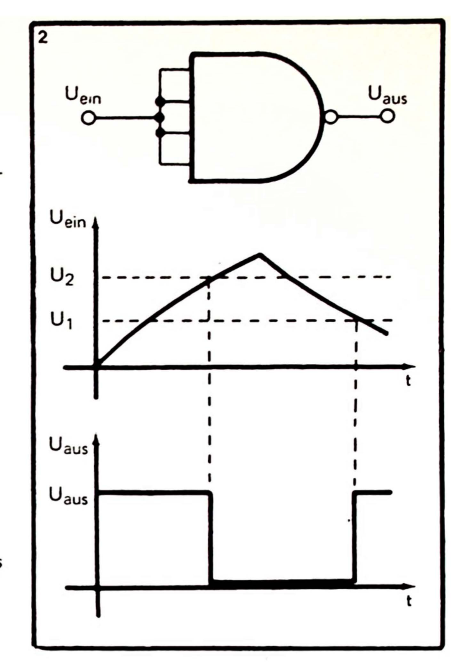


Bild 2. Die Funktion des Schmitt-Triggers SN 7413, erläutert anhand des Zusammenhangs zwischen Ein- und Ausgangsspannung.

Im Laufe der Jahre wurden verschiedene Serien integrierter Schaltungen entwickelt und auf den Markt gebracht. Jede IC-Serie ist durch ihr Herstellungsverfahren und selbstverständlich durch ihre Eigenschaften gekennzeichnet.
Eine dieser Serien trägt die Bezeichnung „TTL", das ist die Abkürzung von „Transistor-Transistor-Logik"; diese Namensgebung soll zum Ausdruck bringen, daß die Funktionen der ICs dieser Serie nicht – wie ebenfalls möglich – mit Widerständen oder Dioden, sondern mit Transistoren realisiert sind.
Die typischen Eigenschaften der TTL-ICs, etwa die hohe Geschwindigkeit, mit der die

IC-Funktionen ablaufen, sind für professionelle Anwendungen wichtig; wir, als „einfache" Freizeitelektroniker, nützen die hervorragenden Eigenschaften nur selten aus; dafür liegen wir oft „auf der sicheren Seite", das soll heißen, daß häufig noch „Reserve drin" ist, so daß unsere Schaltungen um so sicherer funktionieren.
So weit die ICs. Was aber ist ein Schmitt-Trigger?

Zur Erläuterung dient Bild 2. Es zeigt oben eine in Schaltbildern häufig anzutreffende Darstellungsweise des Schmitt-Triggers. Das Symbol beinhaltet vier Eingänge und einen Ausgang. Die vier Eingänge sind meist – so auch hier in der Sirene – miteinander verbunden. Das ist selbstverständlich nicht immer so, sonst würde ja auch ein Eingang genügen. In der Schaltung der Sirene reicht aber, wie gesagt, ein Eingang; die Verbindung aller Eingänge wird vorgenommen, weil TTL-ICs offene Eingänge nicht immer gerne haben.
Die graphische Darstellung in Bild 2 zeigt zwei Spannungen; die obere stellt die Eingangsspannung dar, deren Herkunft und Erzeugung zunächst außer acht bleiben. Darunter ist der Spannungsverlauf am Ausgang des Schmitt-Triggers dargestellt. Die Ausgangsspannung hängt in bestimmter Weise von der Eingangsspannung ab.
Vielleicht finden Sie diese Darstellungsweise einer Spannung merkwürdig. Ein paar Linien auf dem Papier sollen eine Spannung sein? Man wählt diese graphische Methode, um den zeitlichen Verlauf einer Spannung sinnfällig darzustellen. Solche Graphiken werden sehr häufig benutzt, aber es scheint doch sehr fraglich, ob jeder, der damit konfrontiert wird, diese „Schreibweise" versteht. Deshalb ist in Bild 3 ausführlich dargestellt, was man sich bei der Betrachtung von Bild 2 eigentlich dazudenken muß.
Am Eingang des Schmitt-Triggers liegt eine Batterie; der Pfeil im Schaltzeichen der Batterie soll andeuten, daß die Spannung einstellbar, also zwischen Null und der vollen Batteriespannung frei wählbar ist.
Parallel zu Batterie und Trigger-Eingang liegt ein Voltmeter, das die eingestellte Spannung unmittelbar anzeigt. Auch am Ausgang der Schaltung liegt ein Voltmeter, denn es geht bei diesem Experiment ja gerade um die Feststellung, was am Ausgang des Schmitt-Triggers passiert, wenn sich die Eingangsspannung ändert.
Zu Beginn des Experimentes stellt man die variable Gleichspannung auf Null, zur Kontrolle liest man das Voltmeter am Eingang ab. Es muß Null Volt zeigen. Der Zweck des Experimentes ist es, beim schrittweisen, langsamen Erhöhen der Eingangsspannung beide Instrumente abzulesen und zu sehen, was mit der Ausgangsspannung passiert. Es findet also eine Messung statt, dazu ist es aber erforderlich, die Meßwerte zu registrieren und auszuwerten. Hierfür eignet sich hervorragend die graphische Methode (Bild 3, Mitte und unten).
Die Durchführung der Messung erfordert für jeden eingestellten Spannungswert eine gewisse Zeit. In die Graphiken wird eingetragen, was in dieser Zeit passiert ist. Deshalb haben beide Graphiken eine Skala (die horizontale Achse, wie es offiziell heißt), die mit einer Zeiteinteilung versehen ist. Die andere (vertikale) Achse hat eine Spannungsskala.
Zum Zeitpunkt t_0 (sprich: te null) macht man die Spannung am Eingang des Schmitt-Triggers Null, dazu wird der Einstellknopf der Spannungsquelle ganz nach links gedreht. Der Anfangszeitpunkt der Messung wird deshalb Null genannt, weil es nichts zur Sache tut, ob mit der Messung um z.B. Viertel nach Fünf oder zu einem anderen Zeitpunkt begonnen wurde. In der Graphik trägt man bei $t = 0$ und $u_{ein} = 0$ Volt einen Punkt ein.
Zu demselben Zeitpunkt liest man das Instrument am Ausgang des Schmitt-Triggers ab: Es zeigt 5 Volt. Diesen Wert trägt man als Punkt bei $t = 0$ in die untere Graphik ein.

Eine gewisse Zeit später, zum Zeitpunkt $t = 1$, stellt man die Eingangsspannung auf z.B. 1 Volt. Auch dies wird durch einen Punkt in der Graphik markiert; in der verlängerten Linie bei t_1 macht man auf der Höhe von 1 Volt einen Punkt. Die Ausgangsspannung beträgt, wie das zweite Instrument zeigt, noch immer 5 Volt. Trotzdem muß auch in der unteren Graphik ein Punkt markiert werden: bei t_1 und 5 Volt. Wieder eine gewisse Zeit später, wir nennen diesen Zeitpunkt t_2, stellt man die Spannung

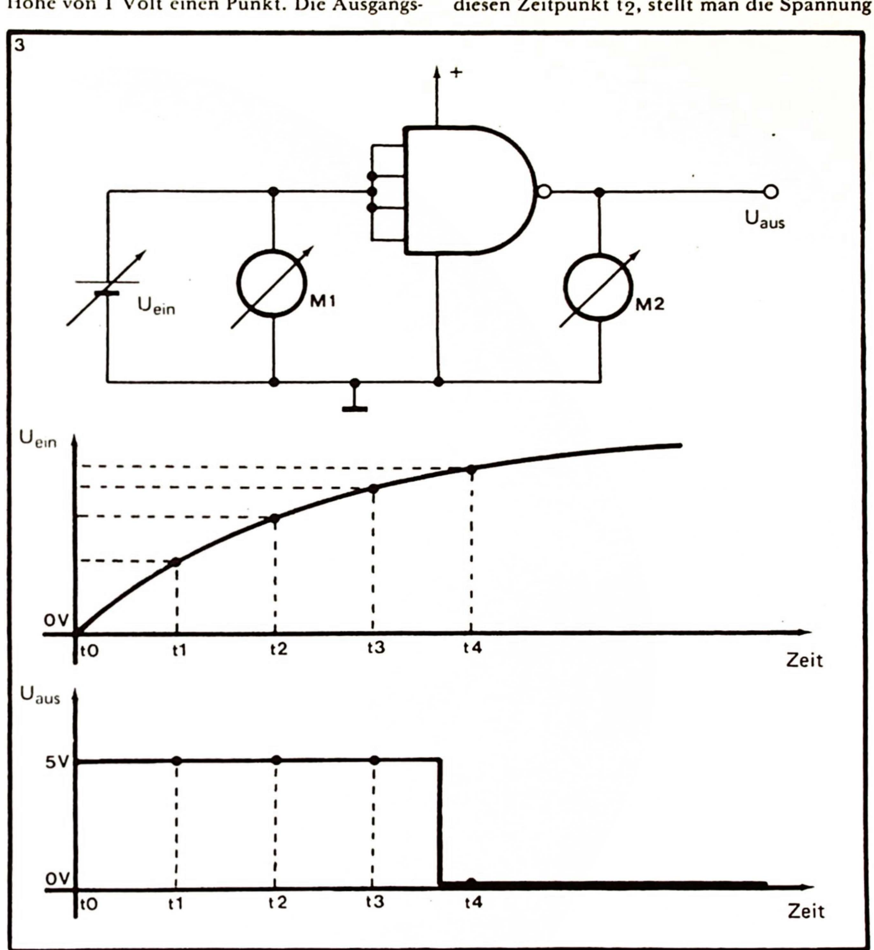


Bild 3. Die beiden Graphiken in Bild 2 zeigen den Verlauf einer Spannung über der Zeit. Hier ist ausführlich dargestellt, wie solche Graphiken zustande kommen und zu verstehen sind.

auf 2 Volt. Auch dieser Vorgang wird in die obere Graphik eingetragen, t_2 und 2 Volt. Die Ausgangsspannung ist immer noch 5 Volt. Trotzdem: eintragen in die untere Graphik bei t_2.
Man braucht, um das Verhalten des Schmitt-Triggers zu untersuchen, die Eingangs-

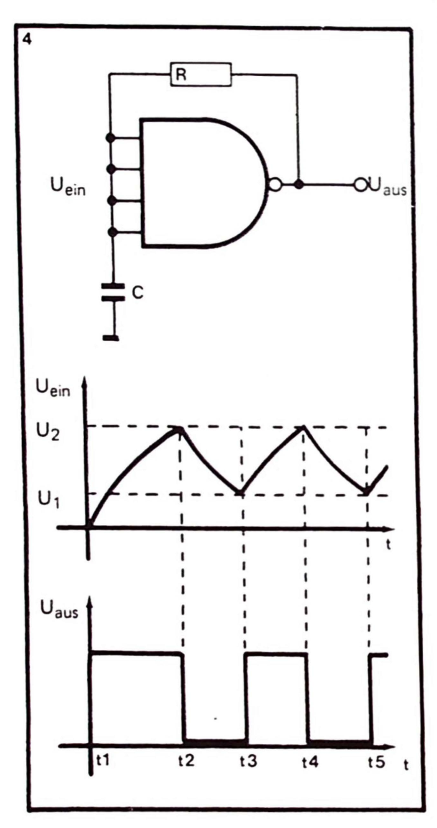


Bild 4. Der Schmitt-Trigger als wesentlicher Bestandteil eines Rechteckgenerators. Die Spannung über dem Kondensator C bewegt sich ständig zwischen den beiden Triggerpegeln.

spannung nicht immer um gleiche Beträge zu erhöhen. Die Abstände können auch unregelmäßig sein, z.b., wie in Bild 3, ständig abnehmend. Die Verbindungslinie ist dadurch gekrümmt statt gerade.
Wenn genügend Zeit zur Verfügung stünde, könnte man 1000 Messungen durchführen („Meßpunkte aufnehmen"), indem man die Eingangsspannung nicht in Schritten von 1 Volt, sondern 1 Millivolt (1/1000 Volt) erhöht. Trägt man dann alle Meßpunkte in die Graphik ein, so fließen sie zu einer durchgehenden Linie zusammen.
Auf diese Weise muß auch die „Kurve" in Bild 2 (Mitte) interpretiert werden. Wenn dort für die Spannung eine Linie eingezeichnet ist, die im zeitlichen Verlauf ansteigt, so muß man sich vorstellen, daß am Eingang des Schmitt-Triggers die Spannung ansteigt. Was tut sich am Ausgang? Die Spannung bleibt eine ganze Weile unverändert auf einem Wert u_{aus}, bis zu dem Moment, in dem die Eingangsspannung einen Wert u_2 erreicht: Die Ausgangsspannung fällt schlagartig auf Null.
Bei weiter ansteigender Eingangsspannung bleibt die Ausgangsspannung Null Volt, es passiert nichts mehr. Es tritt irgendwann der Zeitpunkt ein, daß die Eingangsspannung abnimmt. Beim Vermindern der Eingangsspannung zeigt sich eine merkwürdige Erscheinung. Sobald die Spannung wieder den Wert u_2 erreicht, steigt die Spannung am Ausgang nicht – wie man erwartet – wieder auf den alten Wert u_{aus} an, sondern bleibt Null. Erst bei einem erheblich darunter liegenden Betrag u_1 der Eingangsspannung passiert es: Nun erst geht der Ausgang auf die Spannung u_{aus}.
Dieses merkwürdige Verhalten ist eine typische Eigenschaft des Schmitt-Triggers; ihre Merkwürden wird passenderweise mit einem hochherrschaftlichen Titel angeredet: Hysteresis.
Die Funktion des Schmitt-Triggers, in zwei Sätzen zusammengefaßt: Der Schmitt-Trigger ist eine Schaltung, deren Ausgangs-

spannung positiv ist, bis die Eingangsspannung einen bestimmten Wert u_2 erreicht, dann geht der Ausgang auf Null. Nimmt danach die Eingangsspannung ab, so schaltet der Ausgang erst dann wieder auf positive Spannung, wenn am Eingang eine Spannung u_1 erreicht ist, die kleiner ist als u_2.



DER SCHMITT-TRIGGER ALS RECHTECK-IMPULSGENERATOR

Die im vorangegangenen Abschnitt besprochende Hysteresis ist die Voraussetzung dafür, daß der Schmitt-Trigger als Impulsgenerator verwendet werden kann, und zwar für die häufig benötigte Rechteckspannung. Vor der Besprechung der eigentlichen Schaltung sind einige Worte zum Kondensator zu sagen. Der Kondensator ist sozusagen der Eimer der Elektronik. Wenn man einen Eimer unter einen geöffneten Wasserhahn stellt, steigt der Wasserstand. Eine ähnliche Erscheinung gibt es in der Elektronik, allerdings hat man auf diesem Gebiet der modernen Technik mit elektrischen Strömen zu tun staat mit Wasserstrahlen (es sei denn, eine Schaltung explodiert und man braucht Wasser zum Löschen; das ist bei der Sirene aber nicht zu erwarten).
Läßt man einen Strom auf einen Kondensator fließen, so steigt die Spannung am Kondensator langsam an, wie der Wasserpegel im Eimer. Es gibt aber noch eine Analogie: Öffnet man den Wasserhahn noch weiter, so daß das Wasser schneller fließt, dann steigt auch der Wasserstand schneller. Beim Kondensator ist es ebenso: Je höher der Strom ist, desto schneller steigt die Spannung über den Anschlüssen des Kondensators, desto schneller ist er „aufgeladen", wie man auch sagt.
Und eine dritte Analogie: Versieht man den Eimer mit einem Zapfhahn und öffnet diesen, dann fällt der Wasserstand. Verbindet man die beiden Anschlüsse eines Kondensators mit einem Widerstand, so tritt eine analoge Wirkung ein: Es fließt Strom, und die Kondensatorspannung fällt langsam.
Mit diesen Kenntnissen kann nun die Funktion der in Bild 4 angegebenen Schaltung ergründet werden.
Der bereits von Bild 2 bekannte Schmitt-Trigger ist um zwei Bauelemente erweitert worden: um den Kondensator C und den Widerstand R. Auch zu dieser Schaltung sind wieder zwei Graphiken angegeben, welche die zeitlichen Veränderungen der Spannun-

gen an Ein- und Ausgang der Schaltung darstellen.

Zur Erklärung der in der Schaltung ablaufenden Vorgänge sei zunächst angenommen, es gebe einen Zeitpunkt t_1, zu dem der Kondensator vollständig entladen ist. Es steht also keine Spannung am Kondensator und somit auch nicht am Eingang des Schmitt-Triggers, denn der Kondensator ist ja mit dem Eingang verbunden. Wir wissen bereits: Wenn die Eingangsspannung in einer solchen Schaltung Null ist, dann hat der Ausgang eine positive Spannung u_{aus}.
Was passiert in dieser Situation? Vom Ausgang mit seiner hohen Spannung fließt durch den Widerstand R ein Strom zum Eingang, der ja Null Volt hat. Dieser Strom lädt den Kondensator auf, die Spannung am Kondensator steigt an.
Zum Zeitpunkt t_2 hat die Spannung den Wert u_2 erreicht, das ist die Triggerspannung der Schaltung. In diesem Augenblick springt die Ausgangsspannung nach Null Volt. Der Kondensator kann sich nun nicht mehr aufladen, im Gegenteil: Es fließt nun ein Strom vom Kondensator, der auf die positive Spannung u_2 aufgeladen ist, über den Widerstand zum Ausgang der Schaltung, der auf Null Volt liegt. Der Kondensator wird entladen, seine Spannung nimmt ab.
Zum Zeitpunkt t_3 ist die Spannung auf den Wert u_1 gefallen, das ist die Triggerspannung minus Hysteresis. Was nun folgt, ist schon bekannt: Die Ausgangsspannung springt wieder auf den Wert u_{aus}.
Der Kondensator lädt sich nun erneut auf. Zum Zeitpunkt t_4 wird wieder die Triggerschwelle erreicht, die Ausgangsspannung fällt auf Null Volt usw.
Der Zweck der Schaltung ist damit erreicht: Am Ausgang wechselt die Spannung ständig zwischen Null Volt und u_{aus}. Wegen dieses Spannungsverlaufes spricht man von „Rechteckspannung“ (Bild 4 unten). Ist eine solche Spannung nicht genau das, was zum Steuern des Lautsprechers weiter vorn in diesem Artikel gefordert wurde?
Damit steht fest, wie die mittlere Baugruppe von Blockschaltbild 1 aussieht; sie besteht aus nur drei Bauelementen: Trigger-IC, Kondensator und Widerstand.
Es leuchtet ein, daß die Geschwindigkeit, mit welcher der Kondensator auf- und entladen wird, vom Wert des Widerstandes abhängt. Je kleiner der Wert, desto größer ist der Lade- und der Entladestrom, desto schneller erreicht die Spannung die Schaltpotentiale u_1 und u_2.
Diese Zeit zwischen den Schaltvorgängen hängt aber auch vom Kapazitätswert des Kondensators ab. Einen größeren Kondensator muß man länger aufladen, bis er auf Triggerspannung ist.
Die Zeit zwischen zwei gleichartigen Zuständen der Schaltung heißt „Periode“. In Bild 4 ist die Zeit zwischen t_2 und t_4 eine Periode, aber auch die Zeit zwischen t_3 und t_5. Die Anzahl der Perioden je Sekunde wird „Frequenz“ genannt. Die Schaltung erzeugt also eine rechteckförmige Impulsspannung, deren Frequenz von den Werten der Bauelemente R und C abhängt.

DIE LAUTSPRECHERSTEUERUNG

Zur Steuerung des Lautsprechers ist ein relativ großer Strom erforderlich, den der Ausgang des Schmitt-Triggers nicht liefern kann. Es ist deshalb ein Stromverstärker erforderlich, der hier, wie Bild 5 zeigt, aus zwei Transistoren aufgebaut ist.
Ein Transistor hat hervorragende Schaltereigenschaften. Ist die Basisspannung eines NPN-Transistors kleiner als die Emitterspannung, so sperrt die Kollektor-Emitter-Strecke, der „Schalter“ ist „geöffnet“. Ist die Basis dagegen um einen ausreichenden Betrag positiver als der Emitter, dann leitet der Transistor und ist in diesem Zustand als „geschlossener Schaltkontakt“ anzusehen.
Der zweistufige Verstärker arbeitet wie folgt: Die Basis von Transistor T1 liegt über

den Widerstand R1 am Ausgang des Schmitt-Triggers. Dieser Transistor steuert die Basis eines zweiten, stärkeren Transistors T2. Wenn die Ausgangsspannung des Triggers Null ist, sperrt der erste Transistor. Es fließt deshalb auch kein Strom in die Basis des Transistors T2. Dieser zweite Transistor sperrt demnach auch; durch den Lautsprecher fließt kein Strom.
Wird die Ausgangsspannung des Triggers positiv, dann geht der erste Transistor unmittelbar in den Leitzustand; es fließt Strom vom Pluspol der Speisung durch die Kollektor-Emitter-Strecke von T1, weiter durch den Widerstand R2 und die Basis-Emitter-Strecke von T2 nach Masse. T2 leitet ebenfalls, er schaltet den unteren Anschluß des Lautsprechers auf Masse. Durch den Lautsprecher fließt nun Strom, der den Konus in Bewegung setzt.

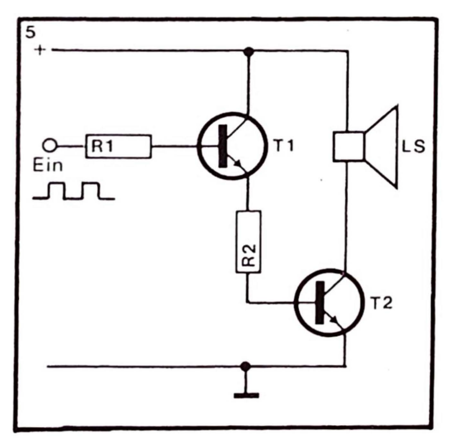


Bild 5. Eine Leistungsstufe, aus zwei als Schalter betriebenen Transistoren aufgebaut, steuert den Lautsprecher. Vom Ausgang des Schmitt-Triggers fließt ein kleiner Strom über R1 in die Basis des ersten Transistors. Beide Transistoren verstärken nacheinander den Strom, damit ein Wert erreicht wird, der zur Steuerung des Lautsprechers ausreicht.

Da die Ausgangsspannung des Triggers sehr schnell umschaltet zwischen Null Volt und u_{aus}, hat auch der Strom im Lautsprecher einen impulsförmigen Verlauf, so daß der Konus in Schwingung versetzt wird. Auf diese Weise kommt ein Ton zustande, dessen Höhe von den Bauelementwerten in Bild 4 abhängt.

DIE SIRENE

Was noch fehlt, ist eine Schaltung, mit der die Tonhöhe des erzeugten Signals, also die Frequenz der Rechteckimpulse, rhythmisch verändert werden kann.
Die Besprechung des als Rechteckgenerator geschalteten Schmitt-Triggers zeigte ausführlich, daß die Lade- und Entladezeit des Kondensators von der Stromstärke abhängt. Um die Frequenz der erzeugten Impulse zu verändern, genügt es also, den Lade- und den Entladestrom des Kondensators in geeigneter Weise zu beeinflussen. Bild 6 zeigt, wie so etwas im Prinzip funktionieren könnte.
Der Kondensator liegt in dieser Schaltung nicht nur über R1 am Ausgang des Triggers, sondern auch über R2 an einer zweiten Spannungsquelle, deren Spannung einstellbar ist. Es fließen nun zwei Ströme zum Kondensator; ein Strom I_1, er kommt über R1 vom Ausgang, wenn dieser positiv ist, und ein Strom I_2 über Widerstand R2 (Bild 6). Variiert man nun die Spannung U der Batterie, so ändert sich der Strom I_2. Mit anderen Worten: Der Kondensator wird während des Ladevorganges nicht nur von dem konstanten Strom I_1, sondern auch von dem sich langsam ändernden Strom I_2 aufgeladen. Dies hat zur Folge, daß das Triggerpotential am Eingang mal schneller, mal langsamer erreicht wird. Schneller geht es, wenn die Batteriespannung „voll aufgedreht“ ist, langsamer geht es bei abgedrehter Spannung. Auch am Ausgang machen sich die unterschiedlichen Zeiten zwischen den Schaltvorgängen natürlich bemerkbar.
Mit anderen Worten: Die Frequenz der erzeugten Impulse hängt von dem eingestellten

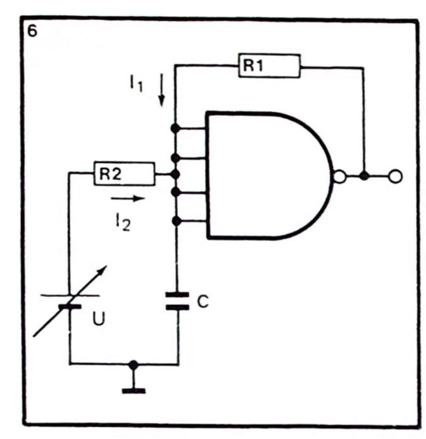


Bild 6. Nach diesem Prinzip entsteht elektronisch der typische Sireneneffekt. Auf den Kondensator C am Eingang des Schmitt-Triggers fließen zwei Ladeströme: Ein konstanter Strom über R1 vom Ausgang der Schaltung und ein variabler Strom über R2 von einer Quelle mit variabler Gleichspannung.

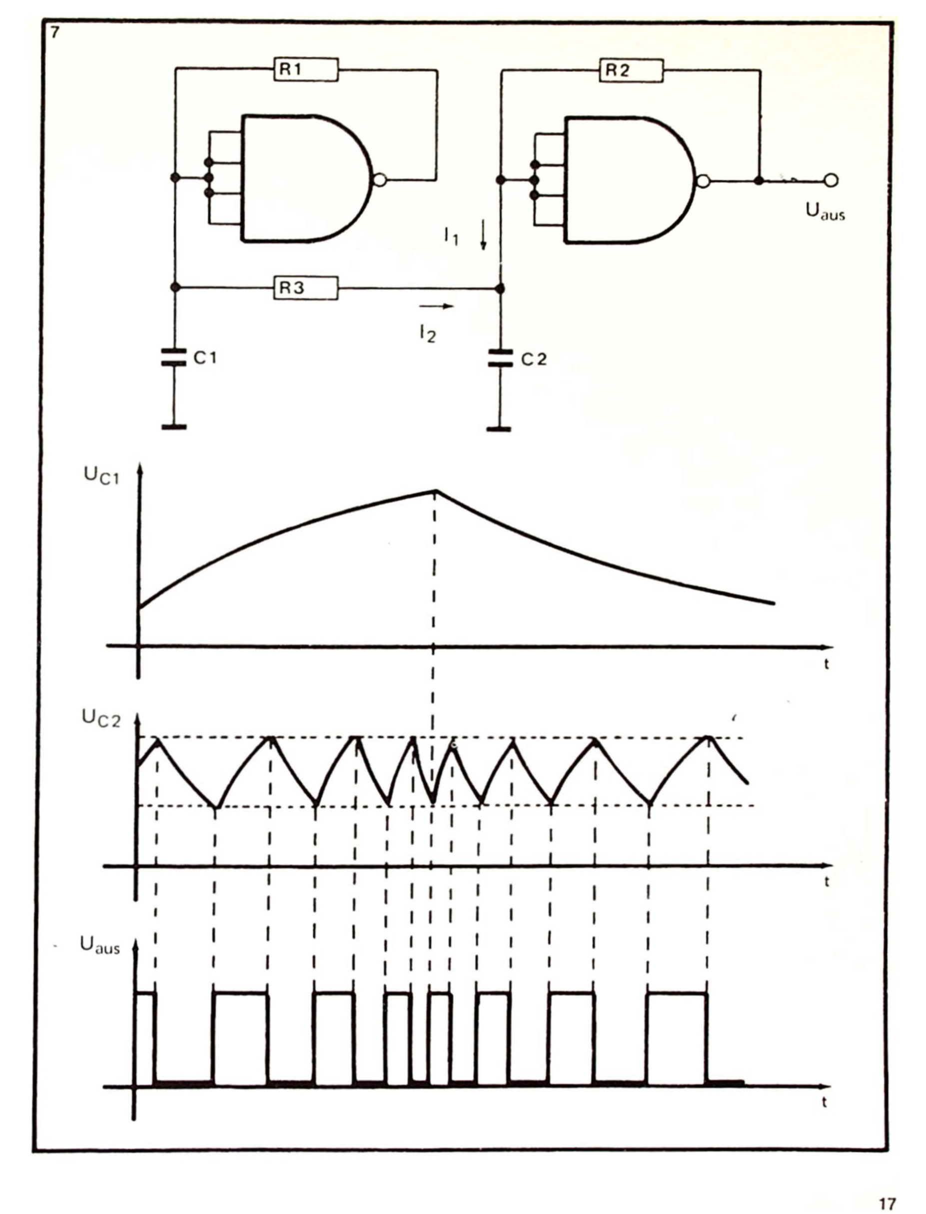
Wert der Batteriespannung ab!
Eine Sirene soll aber automatisch funktionieren, d.h., die veränderliche Spannung muß elektronisch erzeugt werden. In Bild 4 ist eine Spannung graphisch dargestellt, deren Wert rhythmisch ansteigt und abfällt. Es ist die Spannung am Kondensator des Rechteckgenerators! Die hier gestellte Aufgabe kann also mit einem zweiten Rechteckgenerator gelöst werden, dessen Kondensator einen veränderlichen Strom liefert, der den Kondensator des eigentlichen tonerzeugenden Generators mit auflädt.
In Bild 7 ist die Schaltung eines solchen Rechteckgenerators mit relativ langsamer Frequenzänderung angegeben. Der rechte Generator erzeugt das Signal, das den Lautsprecher steuert. Der linke, erste Generator hat einen sehr groß bemessenen Kondensator C1, dessen Spannung sich sehr langsam ändert. Von diesem Kondensator wird über R3 ein ebenfalls rhythmisch veränderlicher Ladestrom zum Kondensator C2 im zweiten Generator geliefert. Die Graphiken in Bild 7 verdeutlichen nochmals die Funktion der Schaltung.

DIE VOLLSTÄNDIGE SCHALTUNG

Wenn man sich die vollständige Schaltung der FBI-Sirene (Bild 8) genauer ansicht, fällt eine interessante Sache auf: Es ist nur ein IC nötig, obwohl doch zwei Schmitt-Trigger in der Schaltung enthalten sind! Alles hat seine Richtigkeit, denn das IC SN 7413 enthält zwei Trigger!
Zu den übrigen Besonderheiten der Schaltung: Da ist zunächst die Diode D1, die an den Anschlüssen für den Lautsprecher liegt. Sie hat keine fundamentelle Bedeutung für die Funktion der Schaltung; in Bezug auf den Kollektorstrom des Transistors T2 liegt sie in Sperrichtung, so daß der Strom seinen Weg durch die Lautsprecherspule nehmen muß.
Die Diode dient zum Schutz des Transistors T2 vor Beschädigung. Aufgrund der Impulssteuerung des Lautsprechers wird der Strom im Lautsprecher immer wieder schlagartig unterbrochen. Dabei entsteht zwischen den Spulenanschlüssen (wie bei der Zündspule im Auto) jedesmal eine hohe Spannung, die den Transistor zerstören könnte. Die Diode schließt diese Spannungsspitzen kurz.
Über der Batterie liegt der Elko C1. Eine der Alterserscheinungen von Batterien ist eine Zunahme des Innenwiderstandes. Auf einen

Bild 7. Der Schaltungsteil, der das Sirenensignal erzeugt und auch den charakteristischen Klang bewirkt. Die sich langsam ändernde Spannung am Kondensator C1 beeinflußt den Spannungsverlauf am Kondensator C2.




7
R1
R2
Uaus
I1
R3
I2
C1
C2
UC1
t
UC2
t
Uaus
t

8

+6V

Zum IC Anschluß 14

270 R1

220 R3

1 2 4 5 6

9 10 12 13 8

R2 330

S1

C1 220µ

C2 1000µ

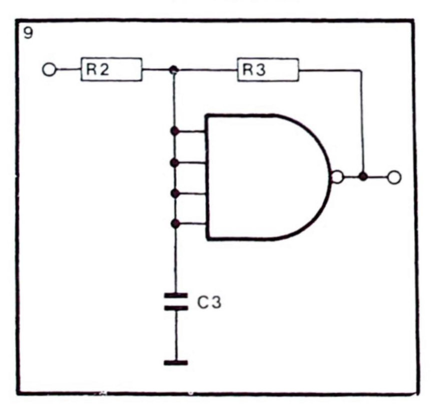
IC1 SN 4713

C3 4µ7

Zum IC Anschluß 7

Bild 8. Die vollständige Schaltung der Sirene, die sich hervorragend zum Experimentieren eignet.

zu hohen Innenwiderstand der Stromversorgung reagiert aber jede Schaltung sauer. Der Elko ist die Lösung des Problems.



Zur Funktion des Umschalters S1: Wenn der Schalter in der unteren Stellung steht, funktioniert die Schaltung wie besprochen: Die sich langsam ändernde Spannung über C2 beeinflußt die Frequenz des Rechteckgenerators. In der oberen Schalterstellung erzeugt das Gerät einen rhythmisch unterbrochenen Ton, dessen Höhe jedoch konstant ist.
Wie erklärt sich dieses Verhalten? Bild 9 dient zur Erläuterung. Der Ausgang des ersten Schmitt-Triggers liefert Rechteck-

Bild 9. Wenn man den Schalter S1 in Bild 8 betätigt, wird aus der Sirene ein Summer, der einen unterbrochenen Ton erzeugt. Dieser Effekt kommt zustande, wenn der Eingang des zweiten Schmitt-Triggers über R2 und den Schalter am Ausgang des ersten Triggers liegt.

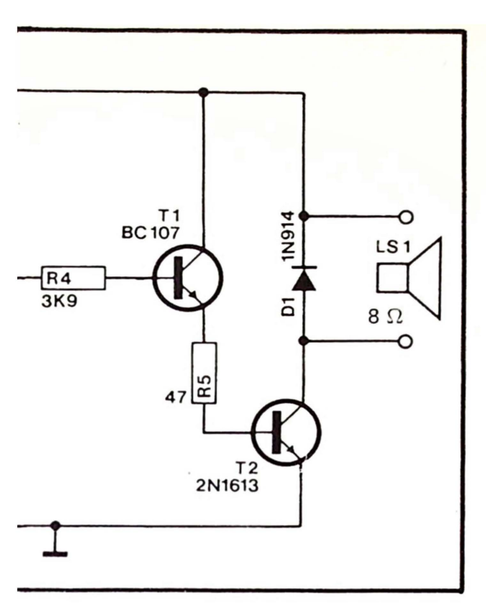
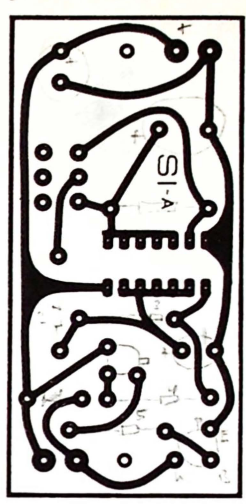


Bild 10. Diese Platine nimmt alle Bauelemente auf, sogar den Schalter.



impulse mit den beiden Pegeln Null Volt und u_{aus}. Die Frequenz dieser Impulse ist allerdings viel niedriger als beim zweiten Generator.

Solange die Ausgangsspannung des ersten Generators Null ist, arbeitet der zweite; er erzeugt eine Impulsspannung, deren Frequenz konstant ist, weil die Steuerspannung konstant (Null) ist.

Führt der Ausgang des ersten Generators jedoch die Spannung u_{aus}, so liegt der Eingang des zweiten Triggers über R2 auf einer Spannung, die höher ist als die Triggerspannung u_2, so daß der Ausgang Null ist. Die Widerstände R2 und R3 bilden einen Spannungsteiler; R2 liegt an der hohen Ausgangsspannung des ersten Triggers, R3 an Null. Das Verhältnis der Widerstände R2 und R3 ist jedoch so gewählt, daß die Spannung am Knotenpunkt und damit am Eingang des Triggers oberhalb der Triggerschwelle u_2

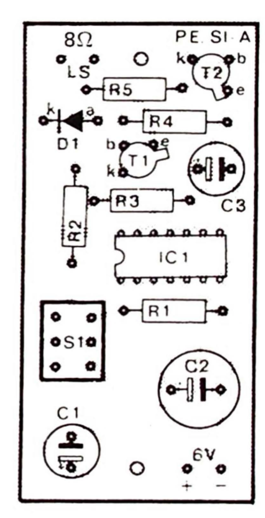


Bild 11. Der Bestückungsplan für die Sirenenplatine.

STÜCKLISTE

WIDERSTÄNDE:

R1 = 270 Ω
R2 = 330 Ω
R3 = 220 Ω
R4 = 3,9 kΩ
R5 = 47 Ω
Alle Widerstände 1/4 Watt

KONDENSATOREN:

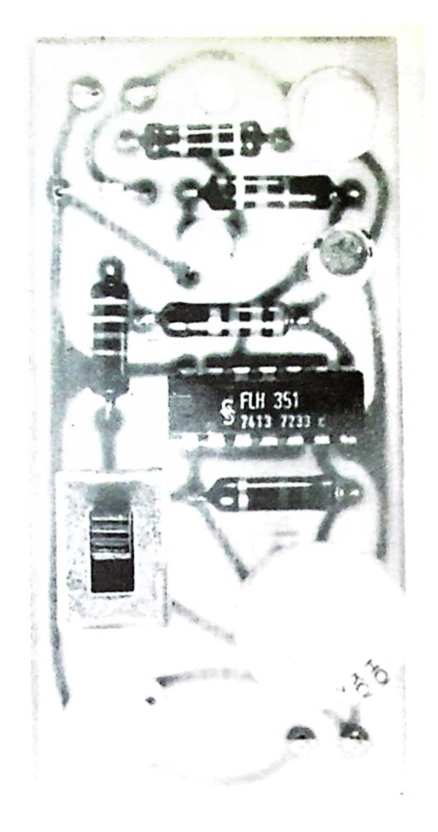
C1 = 220 µF, 12 V
C2 = 1000 µF, 6 V
C3 = 4,7 µF, 6 V
Alle Kondensatoren für stehende Montage

HALBLEITER:

T1 = BC 107 A, B oder C
T2 = 2 N 1613
D1 = 1 N 914
IC1 = SN 7413

SONSTIGES:

S1 = Schalter 1 x UM
LS1 = Lautsprecher 8Ω
evtl. 14 pol. IC-Fassung



Hier ist der kleine Print der FBI-Sirene einmal ganz groß im Bild. Ansonsten aber stehen die Abmessungen von Lautsprecher und Print im richtigen Verhältnis: Viel Lärm mit wenig Elektronik.

liegt. Somit schwingt die Schaltung nicht, und der Lautsprecher schweigt.

BAU DES GERÄTES

Beim Bestücken der Platine (Bild 10 und 11) dürften kaum Schwierigkeiten auftreten. Die beiden Elkos, das IC und die Diode müssen in der richtigen Lage eingelötet werden. Die Elkos sind Printausführungen, sie werden stehend eingelötet (siehe Titelbild).
Als Lautsprecher eignet sich jeder 8Ω-Typ. Verwendet man eine hochohmige Ausführung, so verringert sich die Lautstärke.
Der Schalter, eine Subminiaturausführung, kann unmittelbar in die Platine eingelötet werden; es empfiehlt sich allerdings, die Anschlüsse vor dem Einsetzen des Schalters zu verzinnen.

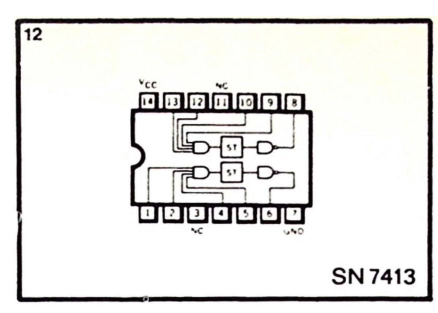


Bild 12. Die Anschlußbelegung des IC SN 7413, von oben gesehen.

Wie die Fotos zeigen, ist die Platine mit Abstandsröhrchen am Lautsprecher befestigt. Diese Art des Zusammenbaus ist in zahlreichen Fällen möglich; es hat sich nämlich herausgestellt, daß für die Befestigungslöcher der meisten Lautsprecher einer bestimmten Größenordnung überwiegend Standardabstände gelten.

Zur Stromversorgung der Sirene schaltet man am besten vier Batterien 1,5 Volt in Serie, so daß sich eine Gesamtspannung von 6 Volt ergibt. Eine Speisespannung über 7,5 Volt zerstört mit ziemlicher Sicherheit das IC, die Verwendung einer 9 Volt-Kompaktbatterie ist also unzulässig. Dagegen ist eine 4,5 Volt-Flachbatterie geeignet, solange sie frisch ist. Bei einer Spannung unter 4 Volt setzt die Funktion der Schaltung aus.

EXPERIMENTE MIT DER SCHALTUNG

Wie in der Einleitung zu diesem Beitrag bereits zum Ausdruck kam, eignet sich die Schaltung hervorragend zum Experimentieren. Beim Variieren der Widerstands- bzw. Kapazitätswerte von R1, R2, R3, C2 und C3 treten die unwahrscheinlichsten Klangeffekte auf.

Einige Einschränkungen sind beim Experimentieren jedoch zu berücksichtigen. Der niedrigste, für R1 und R3 zulässige Wert, ist 47 Ω; darunter wird es für das IC wieder kritisch. Als maximaler Wert für R1 und R3 gilt 560 Ω. Die Ursache für diese Einschränkung liegt in der inneren Struktur des ICs. Für die Kapazitätswerte der Elkos gelten keine Einschränkungen.

Man hat natürlich dann am meisten von diesen Experimenten, wenn man zielbewußt den Einfluß jeder vorgenommenen Änderung untersucht und das Ergebnis auch von der Funktion der Schaltung her zu erklären versucht. Mit C2 und R1 ändert sich der Rhythmus der Tonhöhenschwankung; von R2 hängt die Tonhöhendifferenz ab. R3 und C3 beeinflussen die Tonhöhe.

Kostenvoranschlag
FBI-SIRENE:

DM 20,-

Populäre Elektronik – ein Platz für viere?

In weniger als 2 Jahren hat sich das Zeitschriftenangebot für den Freizeitelektroniker bemerkenswert erweitert. Mit „Die Schaltung", „Elo" und „P.E." stehen nun vier Zeitschriften zur Auswahl, nachdem „Elektor" jahrelang allein auf dem Markt war.

Für den Leser ist aber nicht die Zahl der Zeitschriften wichtig, sondern das, was sie bieten. Und genau hier liegt die Berechtigung für „Populäre Elektronik".

Seit der Erfindung des Transistors hat die Elektronik eine stürmische Entwicklung genommen. Was sich heute auf dem IC-Sektor abspielt, kann man bedenkenlos als technologischen Orkan bezeichnen. Die Entwicklung neuer Bauelemente, neuer ICs, ja ganzer Technologien vollzieht sich so schnell, daß es einfach unmöglich geworden ist, eine vollständige Übersicht zu erhalten über das, was es alles gibt.

Dieser Prozeß hat in den professionellen, aber auch in den populären Fachzeitschriften sehr tiefe Spuren hinterlassen. Man neigt begreiflicherweise dazu, den Inhalt den Bauelementen anzupassen. Die Schaltungen, die man dem Freizeitelektroniker anbietet, werden immer komplizierter, teurer und schwieriger.

Vom Standpunkt des in jahrelanger Lötkolbenwärme ausgereiften Elektronikers ist dagegen nichts einzuwenden. Es verdient vielmehr eine besondere Anerkennung, wenn Zeitschriften sich stark an neuen Bauelementen und deren Möglichkeiten orientieren und mit einer eigenen Entwicklungsabteilung dem technologischen Fortschritt auf dem Fuße folgen.

Viele Freizeitelektroniker sind damit aber überfordert. Für sie bringt P.E. einfache Schaltungen, deren Funktion zudem ausführlich erläutert wird. Damit ist die Möglichkeit gegeben, sich die Materie anzueignen, ohne auf ein trockenes Lehrbuch, einen Kursus, einen Lehrgang oder Lehrmaterial in weitesten Sinne angewiesen zu sein.

Das Besondere an diesem Verfahren: Beim Nachbau von P.E.-Entwürfen entstehen nicht Schaltungen, sondern Geräte. Weil P.E.-Redakteure über die Grenzen der Platine hinaus bis zur Frontplatte und zum Gehäuse denken.

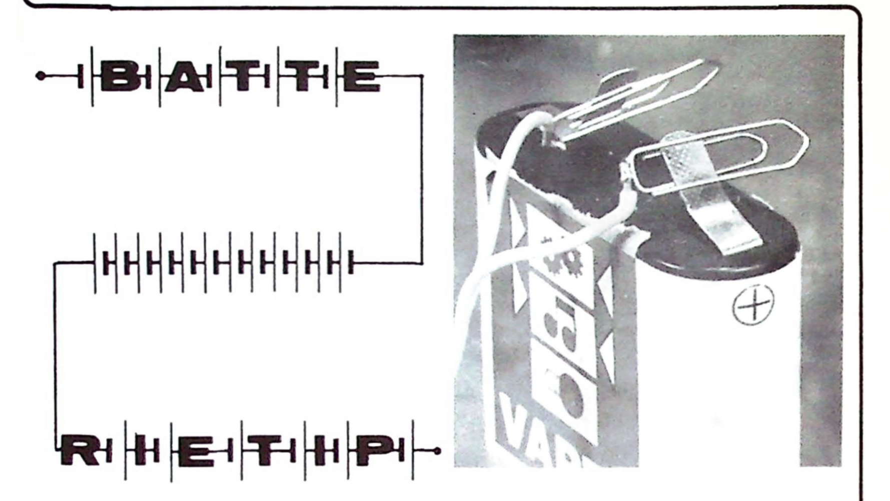
Alle redaktionellen Mitarbeiter von P.E. haben ausnahmslos eine langjährige, einschlägige Erfahrung. Sie wissen, welche Bauelemente wirklich gängig sind und was man tun muß, um Beschaffungsschwierigkeiten zu vermeiden. Die typischen, beim Nachbau häufig auftretenden Schaltungsprobleme werden bei P.E. bereits während der Entwicklung durch geeignete Maßnahmen gelöst. Überhaupt – Kinderkrankheiten wird es bei P.E. nicht geben, denn „Populäre Elektronik" ist nicht ganz neu: In den Niederlanden wird „Populaire Electronica" von zehntausenden Lesern seit ca. 2 Jahren nicht nur beachtet, sondern „be-gut-achtet".

P.E. erscheint im Heftformat. Aber nicht nur etwa deshalb, weil dieses handliche Format gut unter der Schulbank gelesen werden kann, sondern weil es der von P.E. gewählten Darstellungsweise der Schaltungen, Geräte usw. angemessen ist.

In dieser ersten Ausgabe finden Sie zahlreiche Beispiele dafür, was P.E. bietet. Auf die ganz oben gestellte Frage müssen letztlich Sie als Leser die Antwort geben. Wir sind sicher, die Antwort zu kennen.

Ihre P.E.-Redaktion

DER TIP 1 2 3 4 5 6 7



Ein großer Teil der in P.E. beschriebenen Schaltungen wird aus Batterien versorgt. Während in Kofferradios, Taschenlampen usw. der Batterieraum so konstruiert ist, daß beim Einlegen der Batterie die elektrischen Verbindungen zustande kommen, muß man diese bei selbst aufgebauten Geräten auch selbst herstellen.
Natürlich kann man die Verbindungsdrähte anlöten. Nach dem Gesetz des invertierten Zufalls ist aber dann, wenn die Batterie leer ist, weit und breit zufällig kein Lötkolben aufzutreiben.
Lötet man dagegen bei 4,5 Volt-Flachbatterien die Drähte nicht an die Batterie, sondern an zwei Büroklammern und schiebt diese auf die Batteriefahnen, so ist der Wechsel der Batterie ein Kinderspiel. Halbwegs professionell ist die Sache, wenn man die Drähte spiralig aufwickelt, damit die Klammern beim Bewegen der Drähte nicht so leicht verrutschen.

Bei verbrauchten 9 Volt-Kompaktbatterien kann man mit etwas Geschick die Kontaktplatte mit dem positiven und negativen Kontaktknopf abmontieren. Nach Anlöten zweier Drähte an die beiden Metallflächen auf der Unterseite der Kontaktplatte hat man ein sehr nützliches Adapterkabel für 9 Volt-Batterien. Auf die Polarität achten!



MIKRO 0

MIKRO 1

MIKRO 2

MIKRO 3

IKRO 4

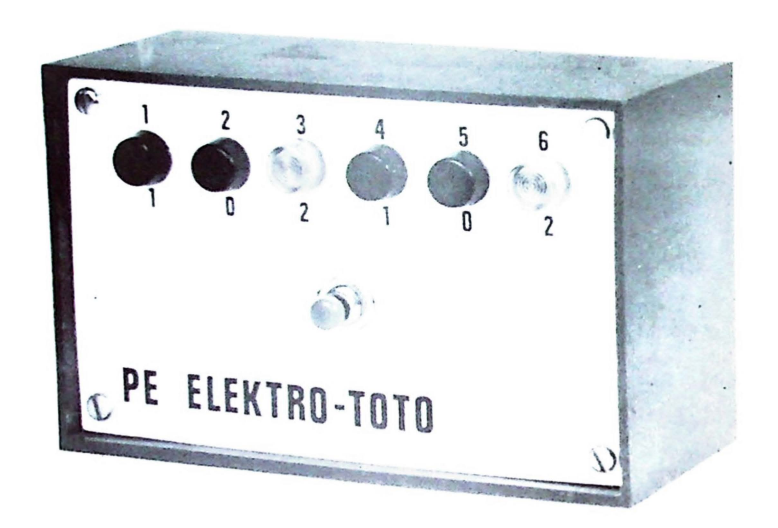
KRO 5

KRO 6

Ab Heft ②

P.E. versteht sich als Zeitschrift für einfache Elektronik. Zu einem solchen Selbstverständnis gehört mehr als nur einfache Nachbauschaltungen. Was wir fördern wollen, ist das Basteln und Tüfteln alten Stils, bei dem mit der Schaltung experimentiert wird, bei dem man selbst die Initiative ergreift, bei dem die gemachten Erfahrungen auch tatsächlich „hängenbleiben".
Unter dem Motto „Mikro-Elektronik" bringt P.E. eine Beitragsreihe, an deren Anfang eine universelle Experimentierplatine (Mikro-0) steht. Und dann geht es los: Schritt für Schritt erarbeitet man selbst die Grundschaltungen der Halbleiter-Elektronik (Mikro-1, Mikro-2 usw.). Ein derartiges Experimentalprogramm gibt es, soweit uns bekannt ist, nur bei P.E.!

ELEKTRO-TOTO-WÜRFEL



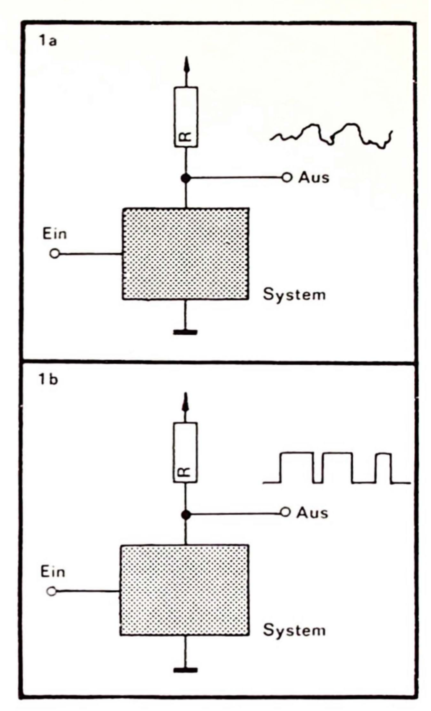
MIT EINER EINFÜHRUNG IN DIE DIGITALTECHNIK

Wenn man jahrelang sein Totoformular nach einem todsicheren Geheimtip ausgefüllt und trotzdem noch nichts gewonnen hat, dann ist vielleicht diese Schaltung der wahre Jakob. Mit diesem magischen Apparat können Sie ihr Glück dem unsichtbaren, aber betriebsamen Spiel der Elektronen anvertrauen. Der Elektro-Toto hat jedoch noch mehr zu bieten: Er ist zugleich ein elektronischer Würfel!
Die Schaltung arbeitet mit einer Speisespannung von 6 Volt, die sie aus Batterien bezieht. Das Gerät ist also ungefährlich, so daß Kinder „auch mal dürfen". Zwei moderne ICs (integrierte Schaltung) enthalten bereits soviel Elektronik, daß der gesamte Aufbau einfach und ein sicherer Nachbau gewährleistet ist.

DAS PRINZIP DES ELEKTRO-TOTO

Es gibt kaum eine elektronische Fachzeitschrift, die nicht irgendwann in den letzten Jahren einen elektronischen Würfel für den Nachbau beschrieben hat. Fast immer wurde dabei versucht, dem Würfel möglichst viel Ähnlichkeit mit dem herkömmlichen mechanischen Würfel zu geben. Dazu hatte sich der jeweilige Autor allerlei komplizierte Schaltungen und Tricks einfallen lassen müssen. Wir halten so etwas für unlogisch, ebenso wie die elektronischen Digitaluhren, die Tick-Tack machen oder Kuckuck. Schließlich sind elektronische Versionen von Uhr oder Würfel im Aufbau nicht mit ihren mechanischen Vorläufern vergleichbar, sie dürfen oder sollen deshalb auch anders aussehen.
Beim Entwurf des Elektro-Toto war es das Bestreben, die Schaltung möglichst einfach zu halten, u.a. durch eine Anzeige mit sechs LEDs. Diese LEDs tragen eine zum Würfel- oder Totospiel gehörende Nummer.
Das Prinzip der Schaltung ist einfach: Drückt man den Taster, dann leuchten die LEDs sehr schnell nacheinander auf, so schnell, daß es so aussieht, als ob alle LEDs gleichzeitig leuchten. Läßt man nun den Taster wieder los, dann geht die Durchlaufgeschwindigkeit in etwa 1 Sekunde auf Null zurück, so daß eine der LEDs dann konstant brennt. Die Schaltung hat damit die zu dieser LED gehörende Zahl „geworfen".
Wenn man wieder den Taster drückt, beginnt der Vorgang von neuem, bis wieder eine LED – wahrscheinlich eine andere – dauernd leuchtet.
Das Überraschungselement (oder die Unvorhersagbarkeit der geworfenen Zahl) steckt in der hohen Geschwindigkeit, mit der die LEDs durchlaufen. Solange man den Taster drückt, leuchten die LEDs nicht weniger als 200mal in der Sekunde! Welche der LEDs am Schluß dauernd leuchtet, hängt vom Zufall ab; es ist kaum anzunehmen, daß jemand durch asketische Übungen, eine spezielle Ernährung und eine keusche Lebensweise seine Finger so unter Kontrolle kriegt, daß er den Taster auf eine Zweihundertstelsekunde genau loslassen kann!

Bild 1. Der Unterschied zwischen einer analogen und einer digitalen Schaltungsstufe. Bei einer digitalen Schaltungsstufe ist die Spannung am Kollektor entweder hoch oder niedrig.



DAS DIGITALE DER SCHALTUNG

Bevor mit der Beschreibung begonnen werden kann, sind einige Worte zum elektronischen Prinzip der Schaltung zu sagen.
In der Elektronik gibt es zwei Grundprinzipien, auf denen alle Schaltungen basieren (Bild 1). Zunächst die analogen Systeme. In Analogschaltungen können die Spannungen

und Ströme alle möglichen Werte zwischen einem unteren Grenzwert (meistens Null) und einem oberen Grenzwert annehmen. Typisches Beispiel für eine Analogschaltung ist der NF-Verstärker; die z.B. von einer Schallplatte kommende Spannung, die er verstärken muß, hat alle Spannungswerte zwischen Null Volt und einem Maximum.

Digitale Systeme. In einer Digitalschaltung kann an einem bestimmten Schaltungspunkt nur Spannung „sein oder nicht sein", um die Worte des berühmten Dichters zu gebrauchen. Das Vorhandensein von Spannung an bestimmten Punkten der Schaltung sagt etwas über das Verhalten der Schaltung aus. Haben z.B. zwei Punkte Spannung, so leuchtet eine Lampe; fällt an einem der Punkte die Spannung weg, so geht die Lampe aus. Das Vorhandensein von Spannung an einem Schaltungspunkt, den spannungsführenden Zustand, bezeichnet man mit „H" (von „High"); das Fehlen einer Spannung, den spannungslosen Zustand, bezeichnet man mit „L" (von „Low"). Üblich sind auch die Bezeichnungen „1" (für High) und „0" (für Low). Im Laborjargon spricht man meist davon, daß ein Punkt „hoch" ist oder „Null" ist.

Ein weiteres Kennzeichen digitaler Systeme besteht darin, daß die Funktion der Schaltung durch Spannungssprünge von „L" nach „H" oder umgekehrt ausgelöst wird. Die Vorgänge in einer Digitalschaltung verlaufen demnach schlagartig; beim Umschalten der Spannung tut die Schaltung „etwas".

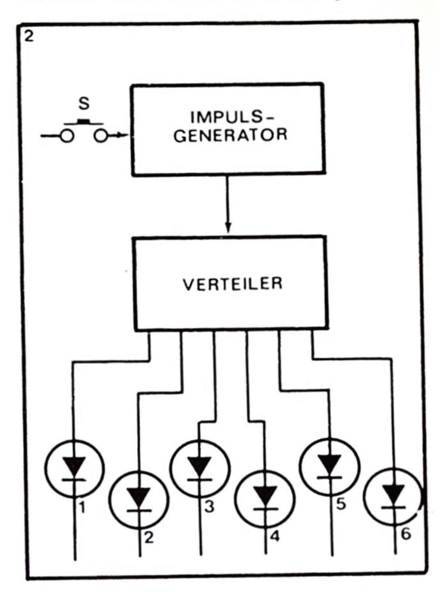
Dieses Umschalten der Spannung zwischen den beiden Zuständen „H" und „L" (oder umgekehrt) nennt man „Impuls".

Mit diesen Kenntnissen der Digitaltechnik ist es leicht, die Funktionsweise des Elektro-Toto-Würfel (ebenfalls eine Digitalschaltung) zu verstehen.

DAS BLOCKSCHALTBILD DES ELEKTRO-TOTO

Bild 2 zeigt das Blockschaltbild des Gerätes.

Bild 2. Die einfache Blockschaltung des Elektro-Toto-Würfel. In der Praxis werden die LEDs von Treiber-Schaltstufen gesteuert.



Wie man sieht, ist die Sache gar nicht kompliziert. Man drückt den Taster S, er setzt einen Impulsgenerator in Betrieb; dieser erzeugt fortlaufend Impulse, d.h. an seinem Ausgang schaltet die Spannung dauernd zwischen „L" und „H" um. Im Elektro-Toto geschieht das 200mal in jeder Sekunde. Man sagt dazu: Die Frequenz des Impulsgenerators ist 200 Hertz (Hz).

Läßt man den Taster wieder los, so bewirkt eine im Impulsgenerator getroffene Maßnahme, daß die Frequenz schnell abnimmt; nach etwa einer Sekunde steht der Impulsgenerator ganz still.

Die Impulskette aus dem Generator gelangt auf den Eingang einer Schaltung, die in Bild 2 den ziemlich unelektronischen Namen „Verteiler" trägt. Diese merkwürdige Be-

zeichnung ist aber treffend gewählt für die Funktion der Schaltung; ein Vergleich mit dem bekannten Verteiler in der Zündanlage des Autos ist deshalb angebracht. So wie dort die Hochspannung über den Verteiler nacheinander auf die Zündkerzen gegeben wird, schaltet der Verteiler im Elektro-Toto die Impulse der Reihe nach auf die sechs LEDs. Der letzte Impuls bestimmt somit, welche der LEDs am Ende dauernd leuchtet. Im Blockschaltbild sieht es so aus, als ob die LEDs unmittelbar am Verteiler angeschlossen sind. In der Praxis liegen in der Schaltung zwischen dem Verteiler und den LEDs sechs Transistoren, sie haben eine ausreichend hohe Stromverstärkung, so daß die LEDs stark genug aufleuchten können.

DER IMPULSGENERATOR

Der Impulsgenerator als Baueinheit des Elektro-Toto ist in Bild 3 gesondert angegeben. Der Fachausdruck für diese Schaltung lautet: a-stabiler Multivibrator.
Zwei Transistoren, jeder mit einem Basis- und einem Kollektorwiderstand, sind über die Kondensatoren C2 und C3 miteinander verbunden. Die Basis von Transistor T1 liegt über C3 am Kollektor von T2, und die Basis dieses zweiten Halbleiters ist über C2 mit dem Kollektor von T1 verbunden.
Was passiert nun, wenn man die Speisespannung von 6 Volt anlegt, aber den Taster noch nicht drückt? Transistor T2 leitet, weil seine Basis über Widerstand R3 an Plus liegt. Da T2 leitet, fließt durch R4 Strom. Die Kollektorspannung von T2 ist annähernd Null Volt (Massepotential) oder digital ausgedrückt: Die Spannung ist niedrig („L"). Der Transistor T1 sperrt, denn seine Basis liegt über Widerstand R2 an dem vollständig entladenen Elektrolytkondensator C1. Da im Kollektorzweig des Transistors T1 kein Strom fließt, liegt der Kollektor auf Speisespannung, digital ausgedrückt ist dieser Schaltungspunkt „H". Ohne Eingriff von außen ändert sich nichts, die Schaltung befindet sich im Ruhezustand.
Beim Drücken des Tasters S1 erhält die obere Seite (Plusseite) des Elkos C1 Verbindung mit + 6 Volt, der Kondensator wird

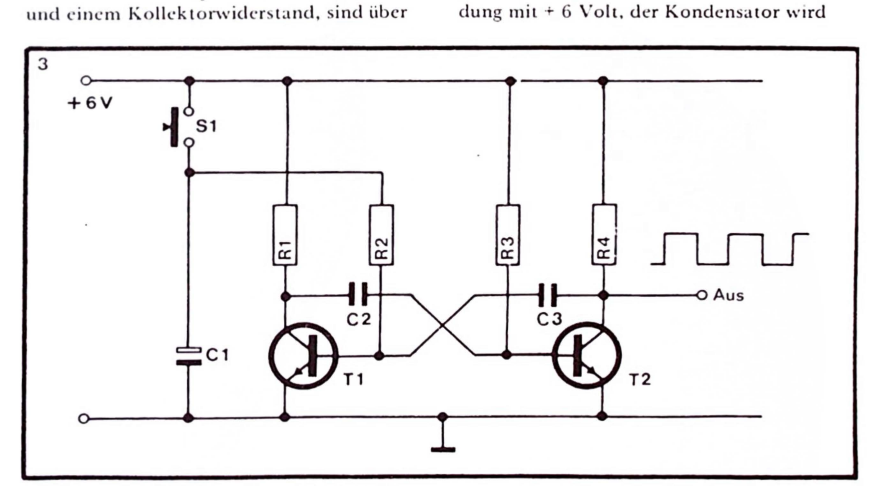


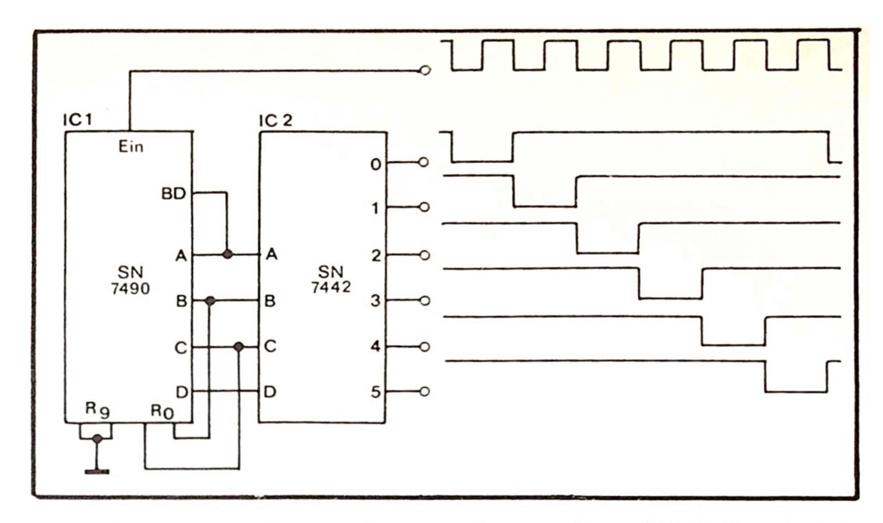
Bild 3. Der Impulsgenerator besteht aus zwei Transistorstufen, die zu einem a-stabilen Multivibrator zusammengeschaltet sind.

Bild 4. Der Verteiler besteht aus zwei integrierten Schaltungen (IC1 und IC2) und verbirgt somit seine Geheimnisse im Innern von zwei „schwarzen Kästen" in Miniaturausführung.

	C	B	A
Anfangszustand	0	0	0
1. Impuls	0	0	1
2. Impuls	0	1	0
3. Impuls	0	1	1
4. Impuls	1	0	0
5. Impuls	1	0	1
6. Impuls	0	0	0

Die „Wahrheitstabelle" des IC 7490, der „Zehnerzähler" aus der TTL-Serie, der hier im Elektro-Toto-Würfel als Teiler 1:6 geschaltet ist. Mit jedem Impuls am Takteingang ändert sich der logische Zustand an den Ausgängen A....C. Der Ausgang D wird nicht benötigt; er ändert seinen Zustand nur dann, wenn das IC 7490 als Teiler 1:9 oder, wie normalerweise der Fall ist, als Teiler 1:10 geschaltet ist.

schlagartig auf dieses Potential geladen. Die Basis von T1 liegt über den Widerstand R2 an dieser Spannung, deshalb wird T1 sofort voll leitend. Am Kollektor von T1 entsteht ein Impuls, da die Spannung von „H" nach „L" springt.
Kondensator C2 hat sich bis zu diesem Zeitpunkt wie ein Isolator verhalten und die verschiedenen Spannungen an seinen beiden Seiten schön voneinander getrennt gehalten. Den Impuls am Kollektor von T1 aber überträgt er auf die Basis von T2. Dieser Transistor reagiert auf den negativen Vorgang an seiner Haustüre, indem er den Laden dicht macht: Er sperrt, und sein Kollektor geht von „L" nach „H". Die beiden Transistoren haben nun die Rollen vertauscht: Im Ruhezustand war der Ausgang „L", der Kollektor von T1 dagegen hatte „H"-Potential; nun sind die Zustände umgekehrt.
Die negative Spannung, die den Transistor T2 aus der Ruhe brachte, wird über R3 langsam abgebaut. Nach einer bestimmten Zeit ist eine positive Spannung von 0,7 Volt erreicht. Damit geht für T2 die Zeit des seligen Nichtstuns zu Ende, denn bei einer positiven Spannung von mindestens 0,7 Volt leitet der Transistor und sein Kollektor wird wieder „L". Dieser Spannungssprung gelangt über C3 auf die Basis von Transistor T1, der dadurch sperrt. Sein Kollektor wird „H", die Schaltung befindet sich nun wieder im Anfangszustand. Auf die gleiche Weise wie vorher bei T2 steigt nun auch an der Basis von T1 die Spannung langsam wieder an, bis T1 leitet. Alle weiteren Vorgänge wiederholen sich nun in der beschriebenen Reihenfolge. Die Schaltung „kippt" fortwährend wie eine Schaukel. Man spricht von „schwingen" oder „oszillieren".
Die Schaltung tut das solange, wie der Widerstand R2 über den gedrückten Taster S1 mit der Speisespannung verbunden ist. Am Ausgang entsteht eine Kette von Impulsen. Wieviel Impulse je Zeiteinheit die Schaltung erzeugt, hängt von den Kapazitätswerten C2 und C3 sowie den Widerstandswerten R2, R3 ab. Im Elektro-Toto sind diese Werte für eine Frequenz von 200 Hz (200 Impulse je Sekunde) bemessen.
Was passiert beim Loslassen des Tasters? Der Widerstand R2 liegt nicht mehr an + 6 Volt, aber der große Elektrolytkondensator C1 ist noch auf diesen Wert aufgeladen. Der Elko wirkt nun als Spannungsreservoir, die Basis von T1 wird über R2 noch einige Zeit aus



diesem „Spannungsvorrat" gespeist. Deshalb erzeugt die Schaltung ihre Impulse auch nach dem Loslassen des Tasters; weil aber die Spannung an dem Elko langsam abnimmt, wird die Zeit immer länger, bis die Basis von T1 nach einem über C3 erhaltenen negativen Spannungssprung wieder positiv wird und T1 wieder leiten kann. Mit anderen Worten: Nach dem Loslassen des Tasters nimmt die Frequenz ab. Nach etwa einer Sekunde ist der Kondensator ganz entladen, der Oszillator stoppt.
Die beabsichtigte Wirkung dieser Schaltung liegt auf der Hand: Wie ein normaler mechanischer Würfel, so soll auch der elektronische am Ende des Würfelvorgangs langsam „ausrollen", dadurch erhöht sich beträchtlich die Spannung des Spiels.

DER VERTEILER

In Bild 4 ist die Schaltung des Verteilers angegeben. Seine einzigen Bestandteile sind zwei integrierte Digitalschaltkreise (ICs) aus der TTL-Serie.
Integrierte Schaltungen oder Schaltkreise – das sind die meist rechteckigen, grauen oder schwarzen „Tausendfüßler", die tatsächlich „nur" 14 oder 16 Beinchen haben. Ein solches IC besteht in seinem Inneren aus einem Halbleiterkristall, der auf wenigen Quadratmillimetern Grundfläche eine sehr komplexe elektronische Schaltung enthält. Die Bestandteile dieser Schaltung sind Transistoren, Dioden und Widerstände, so daß bei diskretem Aufbau – d.h. beim Aufbau aus „losen" Bauelementen – für eine solche Schaltung eine Platine von 10 x 10 cm kaum ausreichend wäre. Ohne die modernen Integrationstechniken würde der Aufbau etwa des Elektro-Toto außer viel Zeit auch soviel Lötstellen erfordern, daß man den Nachbau wegen des großen Risikos nicht empfehlen könnte.
Auf den Eingang des IC1 gelangen die Impulse vom Generator. IC1 ist ein SN7490, ein sogenannter Teiler 1:10. Die Schaltung braucht eigentlich einen Teiler 1:6, dazu kann aber das 7490 mit einer speziellen Rückkopplungsschaltung verwendet werden. Die ausführliche Funktionsbeschreibung des ICs würde in diesem Artikel zu weit führen. Wichtig ist jedoch folgendes: An den Aus-

gängen A, B und C erscheint ein Code aus „H"- und „L"-Signalen. Dieser Code ändert sich mit jedem Impuls, der auf den Eingang des ICs gelangt. Weil das IC, wie bereits erwähnt, als Teiler 1:6 geschaltet ist, können an den Ausgängen A bis C sechs verschiedene Codes (Zustandskombinationen) auftreten. Diese werden der Reihe nach durchlaufen; nach dem sechsten Impuls sind die Ausgänge wieder im Anfangszustand (siehe Tabelle). Dieser Vorgang wiederholt sich fortlaufend, bis keine weiteren Impulse auf den Eingang gegeben werden; am Ausgang steht dann der Code, auf den der letzte Impuls das IC geschaltet hat. Dieses IC ist demnach eine Art Gedächtnis, es „merkt sich", wieviel Impulse auf den Eingang gegeben wurden.

Der „Verteiler" heißt nicht nur so, wie der Verteiler im Auto, er kann auch durchaus mit diesem verglichen werden. In einem laufenden Sechszylindermotor verbindet der sich drehende Verteiler nacheinander die sechs Zündkerzen mit der Hochspannung. Schaltet man den Motor aus, so bleibt der Verteiler in einer bestimmten Stellung stehen.

Der Code am Ausgang des Teilers 1:6 muß nun noch zu sechs Signalen verarbeitet wer-

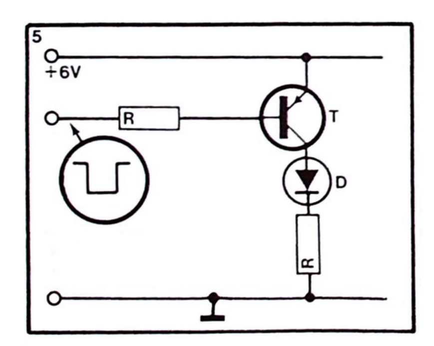
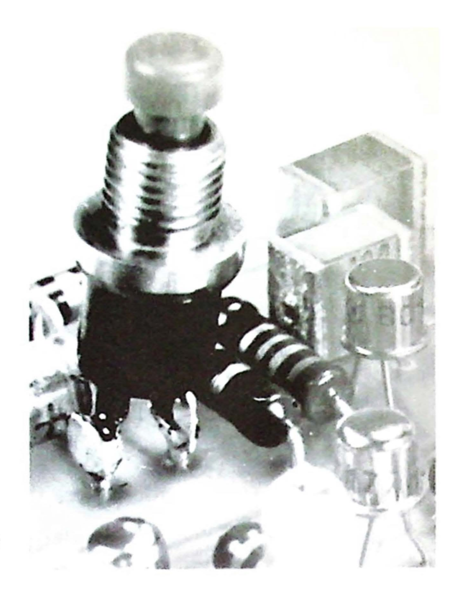


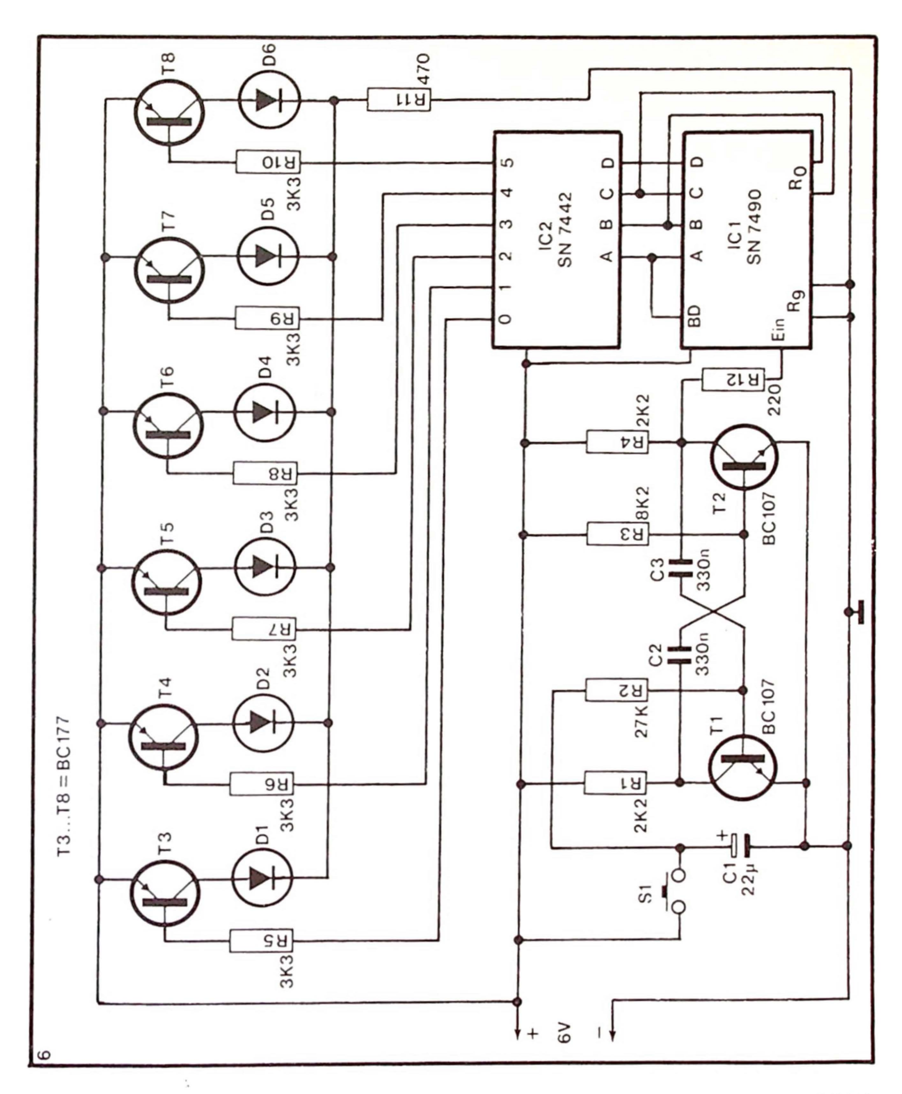
Bild 5. Ein als Schalter betriebener Transistor läßt die LED zu den richtigen Zeitpunkten aufleuchten.



den, mit denen die Lampen gesteuert werden können. Hierzu dient das zweite IC, der Typ SN7442. Diese integrierte Schaltung ist ein Code-Umsetzer. Der Baustein hat vier Steuereingänge und zehn Ausgänge. Für den Toto-Würfel werden nur die Ausgänge 0 bis 5 benötigt.

Liegt an den Eingängen des Umsetzers der Code für „Null Impulse", so hat der „0"-Ausgang „L"-Signal, während die Ausgänge 1 bis 5 „H"-Signal führen. Erscheint nun, vom Zähler-IC kommend, der Code für „1 Impuls" am Eingang, so wird Ausgang 1 „L", alle anderen Ausgänge sind „H". Auf diese Weise durchläuft auch der Ausgang des Code-Umsetzers den Zyklus 0 bis 5, beginnt wieder bei „0" und stoppt erst, wenn dem ersten IC keine Impulse mehr zugeführt werden.

Bild 4 zeigt deutlich, wie bei jedem Impuls am Eingang des ersten ICs das „L"-Signal an den Ausgängen des Code-Umsetzers um eine Stelle weiterspringt.



6
T3…T8 = BC177
T3
T4
T5
T6
T7
T8
D1
D2
D3
D4
D5
D6
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
470
3K3
IC2
SN 7442
0 1 2 3 4 5
A B C D
IC1
SN 7490
BD
Ein
R9
R0
R12
220
R1
2K2
R2
27K
R3
8K2
R4
2K2
C2
330n
C3
330n
T1
BC 107
T2
BC107
S1
C1
22µ
+
6V
−

Bild 6.

DIE LEDSTEUERUNG

Wie die LEDs gesteuert werden, ist in Bild 5 am Beispiel einer der sechs LEDs dargestellt. Der Eingang der Schaltung (durch das Impulssymbol gekennzeichnet) liegt an einem der sechs Ausgänge des Code-Umsetzers. Der Transistor ist ein PNP-Typ, er leitet, wenn die Basis negativer ist als der Emitter.

Wie im vorigen Abschnitt erwähnt, sind die Ausgänge des Code-Umsetzers im Ruhezustand „H“, dies ist das Potential des Pluspols der Speisespannung. Die Basis-Emitterspannung des Transistors ist Null Volt: er sperrt also, und die im Kollektorzweig liegende LED leuchtet nicht. Wird der Ausgang, an dem der „LED-Treiber“ (die in Bild 5 angegebene Steuerstufe) liegt, im Verlauf eines Zyklus auf niedriges Potential („L“) geschaltet, so liegt die Basis des Transistors praktisch auf Masse: der Transistor wird voll in den Leitzustand gesteuert, und die LED D leuchtet, denn sie ist nun mit beiden Polen der Speisespannung verbunden.

ZUM AUFBAU DER SCHALTUNG

Bild 6 zeigt die gesamte Schaltung, in der man alle besprochenen Baugruppen leicht wiederfindet. Alle Bauelemente, mit Ausnahme der Batterien, werden von einer Platine aufgenommen, diese hat die Abmessungen 9,5 x 5 cm.

Auf der nächsten Seite ist die Platine „in drei Ansichten“ dargestellt. Links sieht man den Verlauf der Kupferbahnen auf der Lötseite, rechts den „Bebauungsplan“. Das Foto darunter könnte man als „Luftbild“ bezeichnen; durch eine geschickte Aufnahmetechnik werden auch die Kupferbahnen der Unterseite sichtbar.

Das Bestücken der Platine beginnt man am besten mit den vier Lötstiften für die Speisespannungszuführung und den Taster. Dann kommen die Widerstände und Kondensatoren; bei C1 ist auf richtige Polarität zu achten. C2 und C3 sind Miniatur-MKM-Typen von Siemens, diese werden inzwischen von den meisten Bauelementehändlern geführt. Beim Einlöten der Transistoren ist streng darauf zu achten, daß man die Anschlüsse nicht verwechselt. Die kleine Fahne unten am Gehäusering deutet auf den Emitter. Beim Einlöten der ICs muß die Lage der Markierung unbedingt richtig sein (siehe Bild 7). Sorgfältiges Löten ist wichtig! Zuviel Zinn bildet Kurzschlüsse zwischen den Stiften. Der Taster, eine gängige japanische Miniaturausführung, wird mit seinen Anschlüssen an die vorbereiteten Stifte gelötet. Danach kommen die LEDs, schön in Reih' und Glied geordnet, auf die Platine. Die Schaltung kann nun eingebaut und getestet werden.

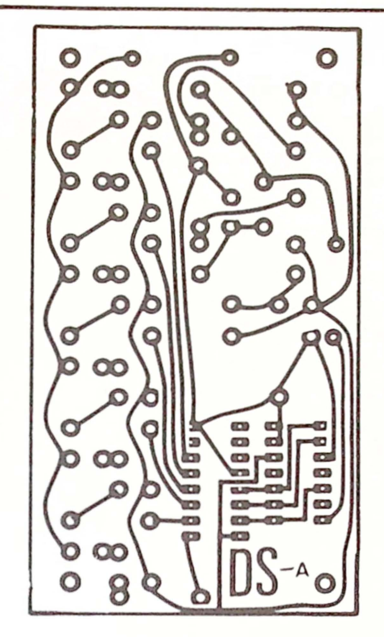
TEST UND EINBAU

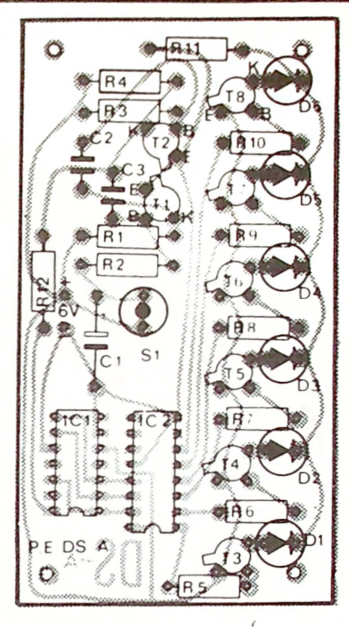
Zunächst schaltet man vier Monozellen (je 1,5 V) in Serie (Plus an Minus usw.) und verbindet die Endpole mit der Schaltung. Falsche Polung der Speisespannung, auch wenn sie nur kurzzeitig ist, kann die ICs zerstören!

Wenn alles stimmt, muß jetzt eine der LEDs leuchten. Ist das nicht der Fall, trennt man die Batterie ab und kontrolliert die gesamte Schaltung auf eventuell falsch eingelötete Bauelemente und Kurzschlüsse, die durch Zinnbrücken entstehen können.

Wenn dagegen alles in Ordnung ist, leuchten beim Betätigen des Tasters alle LEDs schwach auf. Nach dem Loslassen des Tasters sieht man den Toto-Würfel langsam „ausrollen“, bis schließlich eine der LEDs konstant leuchtet.

Der Prototyp der Schaltung wurde in ein Gehäuse P3 (Teko) eingebaut. Ein Nachteil, der bei Verwendung dieses kleinen Gehäuses entsteht, ist darin zu sehen, daß die Batterien nicht mit hinein passen; sie müssen über ein zweiadriges Kabel extern angeschlossen werden. Das kleine Gehäuse beansprucht aber – und das ist sein Vorteil – wenig Platz auf dem Spieltisch, wenn das Gerät als Würfel verwendet wird.





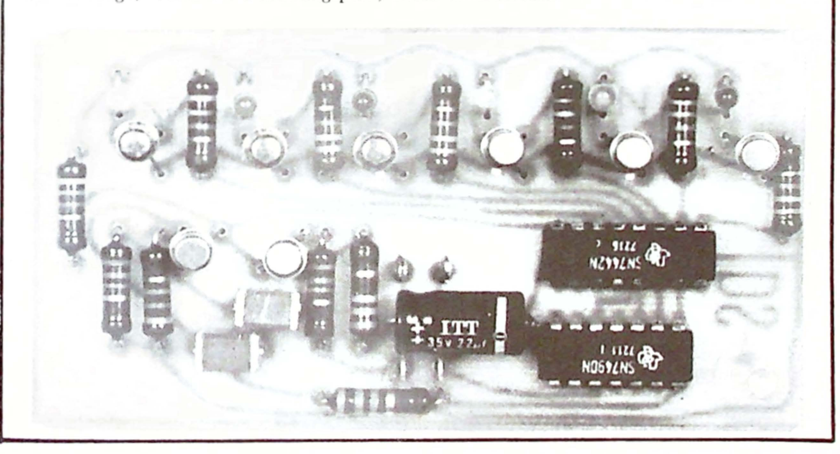


Bild 7. Die Platine für den „Elektro-Toto-Würfel". In Stadtplan-Terminologie: links die Straßenzüge, rechts der Bebauungsplan, unten ein Luftbild.

Wenn man die Platine mit 2 cm langen Abstandsröhrchen auf dem Boden des Gehäuses befestigt, haben die sechs LEDs und der Taster die richtige Lage in Bezug zur Deckplatte. Zum Anschluß der Batterien keine Bananenstecker verwenden; sie können allzu leicht vertauscht werden.

Zweckmäßig ist zum Beispiel eine „Miniaturbuchse für Kopfhörer-Klinkenstecker" zum Anschluß der Batterien; zwei kurze Drahtenden (spiralig gebogen) stellen die Verbindung zur Platine her.

In die Alu-Deckplatte des Gehäuses kommen sieben Bohrungen: sechs für die LEDs und eine für den Taster. In den Bodenteil bohrt man vier Löcher; sie dienen zum Befestigen der Platine, die auf Abstandsröhrchen von 2 cm Länge sitzt.

Zur Beschriftung der Deckplatte kann man z.B. Transfer-Symbole (Reibebuchstaben) verwenden und die beschriftete Platte mit Klarlack aus der Sprühdose gegen Abrieb und Beschädigung schützen. Für die Batterien gibt es fertige Halter, jedoch kann man natürlich auch selbst einen passenden Behälter zur „Energiestation" ausbauen.

STÜCKLISTE

WIDERSTÄNDE:
R 1 = 2,2 kΩ
R 2 = 27 kΩ
R 3 = 8,2 kΩ
R 4 = 2,2 kΩ
R 5 = 3,3 kΩ
R 6 = 3,3 kΩ
R 7 = 3,3 kΩ
R 8 = 3,3 kΩ
R 9 = 3,3 kΩ
R 10 = 3,3 kΩ
R 11 = 470 Ω
R 12 = 220 Ω
Alle Widerstände 1/4 Watt

KONDENSATOREN:
C 1 = 22 μF, 6 V (axiale Anschlüsse)
C 2 = 330 nF, Siemens MKM
C 3 = 330 nF, Siemens MKM

HALBLEITER:
T 1 = BC107 A, B oder C
T 2 = BC107 A, B oder C
T 3 = BC177 A, B oder C
T 4 = BC177 A, B oder C
T 5 = BC177 A, B oder C
T 6 = BC177 A, B oder C
T 7 = BC177 A, B oder C
T 8 = BC177 A, B oder C
IC 1 = SN7490
IC 2 = SN7442
D 1 bis D 6 = 6 LEDs

SONSTIGES:
1 Miniaturtaster
Gehäuse (siehe Text)
evtl. je 1 IC-Fassung 14-polig und 16-polig

MEHR LICHT MIT LAMPEN

Die Lichtausbeute von LEDs, die ja erst wenige Jahre „alt" sind, konnt durch intensive Forschung und Weiterentwicklung ständig verbessert werden. Trotzdem ist die Helligkeit von Glühlämpchen noch lange nicht erreicht.

Beim Elektro-Toto-Würfel ist es ganz einfach, die zwar modernen, aber lichtschwachen LEDs durch Lämpchen zu ersetzen. Die Treiber-Transistoren können die höheren Ströme, welche die Lämpchen benötigen, durchaus liefern.

Auf der Platine braucht man lediglich den Widerstand R11 durch eine Drahtbrücke zu ersetzen. Die beiden Anschlußpunkte, an denen vorher der Widerstand lag, werden also unmittelbar miteinander verbunden.

Die Lämpchen müssen für das Einlöten zunächst vorbereitet werden. Man lötet am Gewinde und an der zentralen Lötstelle je ein Drahtstück von gut 1 cm Länge an. Das

Bild 8. So sieht die Schaltung des Elektro-Toto-Würfel mit Lampen aus. Der Unterschied ist geringfügig. Zum Anschluß der Tasters kann auch eine Drahtverbindung dienen.

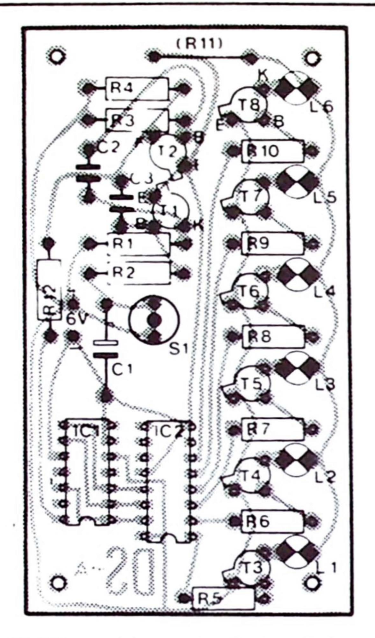


Bild 9. Bestückungsplan für den Elektro-Toto-Würfel mit Lampen.

Anlöten der Drähte geht am einfachsten, wenn man die Drähte und das Lampengewinde (an der vorgesehenen Stelle) vorher verzinnt. Danach kommen die Lämpchen, schön in Reih' und Glied geordnet, auf die Platine.

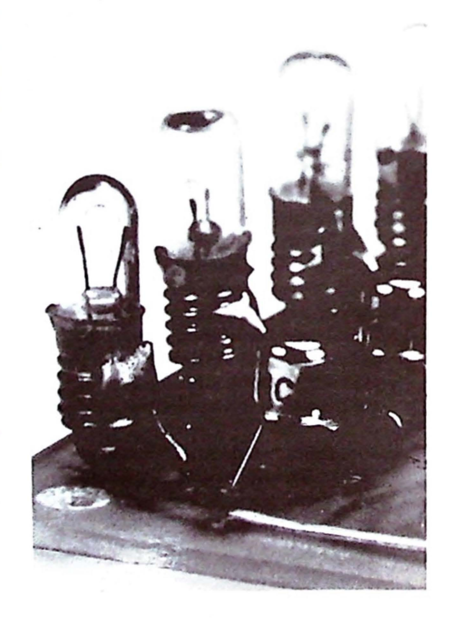
NACHBEMERKUNGEN

Demonstriert man das „Elektro-Toto", so äußern vorwiegend Leute, die elektronisch nicht vorbelastet sind, daß sie an eine zufallsbedingte Häufigkeit der sechs Zahlen nicht glauben wollen, obwohl sie das bei einem Würfel tun. Wir haben einfach mal die Probe gemacht und 120mal gewürfelt. Bei gleicher Verteilung müßten alle Zahlen je 20mal „kommen". Das Resultat:

Zahl	Häufigkeit
1	20 x
2	16 x
3	22 x
4	18 x
5	20 x
6	24 x

Wie man sieht, ist die durchschnittliche Abweichung von der Zahl 20 nicht groß. Die Abweichung wird relativ um so geringer, je größer die Zahl der Würfe insgesamt ist. Machen Sie die Probe und würfeln Sie, wenn Sie die Zeit dazu haben, (elektronisch natürlich) 600mal oder 1200mal.

Was nicht untersucht wurde, aber gewiß interessant ist: ob der elektronische Würfel von parapsychologisch begabten Personen ebenso beeinflußt werden kann wie sein mechanisches Äquivalent.



POSTFACH 1366

LESERFRAGEN LESERIDEEN LESERVORSCHLÄGE

Wenn Sie folgendes tun:

- der Redaktion eine Frage zu einem P.E.-Artikel stellen (nur 1 Frage je Brief bitte),
- \+ einen frankierten und adressierten Briefumschlag für die Antwort beifügen,
- \+ lesbar schreiben,

dann

- erhalten Sie eine persönliche Antwort.
- \+ Wenn Ihre Frage überdies von allgemeinem Interesse ist, erfolgt eine ausführliche Besprechung in dieser Rubrik.

T. Schmitt-Trigger
Strompfad 2 A
7413 Schwelle

Sehr geehrte Redaktion, beantworten Sie auch technische Fragen, z.B. wie beim Black-Box-Verstärker ein Anschluß für Tonbandaufnahme hergestellt werden kann?
Ihr Leser
Toni Schmitt-Trigger

40

Postkarte

DER PE-VERLAG
Postfach 1366
5063 Overath

Popular Elektronik

Zeitschrift für einfache Elektronik

DER PE-Verlag GmbH
Postfach 1366
5063 Overath
Telefon (02206) 4242

Herrn
T. Schmitt - Trigger
Strompfad 2 A
7413 Schwelle

Ihre Zeichen | Ihre Nachricht vom | Unsere Zeichen | Datum

Sehr geehrter Herr Schmitt - Trigger,

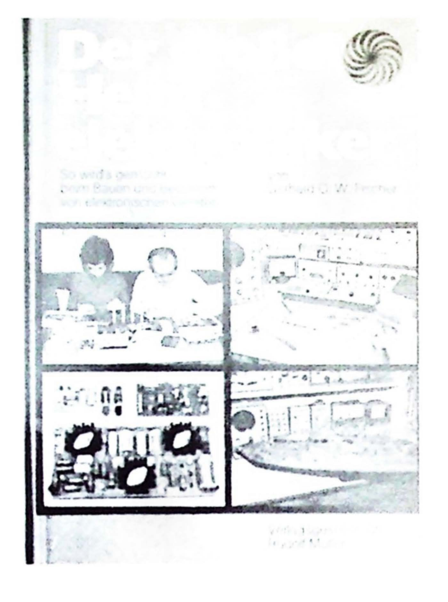
trotz der ausführlichen Informationen, die P.E. in jede Baubeschreibung "verpackt", können gelegentlich technische Fragen auftauchen. Die Redaktion beantwortet diese Fragen, wenn: die Frage kurz und prägnant gestellt ist und sich auf einen P.E.-Beitrag bezieht, der Absender lesbar ist und ein frankierter und adressierter Briefumschlag für die Antwort beigefügt ist.

Ihre Frage nach einem Tonbandanschluss beim Black-Box-Verstärker ist sicher von allgemeinem Interesse. Wir werden deshalb in der nächsten Ausgabe von P.E., in der Rubrik "Postfach 1366", diese Frage ausführlich besprechen.

Mit freundlichen Grüssen

Ihre P.E.-Redaktion.

DER BUCH-TIP



DER GROSSE HEIMELEKTRONIKER

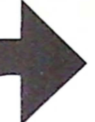
Gerhard O. W. Fischer
„Der große Heimelektroniker"
Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln-Braunsfeld
312 Seiten, 273 Fotos und 235 Zeichnungen
ca. DM 37,–
ISBN 3 481 21601 7

An die hundert Schaltungen mit 273 Fotos und 235 Zeichnungen enthält dieses Buch. Tatsächlich also ein „großes" Buch, das seinen Titel zu recht trägt. Detaillierte Stücklisten: wichtig für den Nachbau.
Für den Text bleibt da nicht viel Platz übrig. Und so beschränkt sich der Verfasser, von zahlreichen Veröffentlichungen in der „Funkschau" bekannt, fast ausschließlich auf die Baubeschreibung. Und das ist eben etwas ganz anderes als eine Funktionsbeschreibung, auf die hier offenbar bewußt verzichtet wird, denn kein Frequenzgang, kein Impulsdiagram, keine Kennlinie ziert die 312 Seiten.

Der Verfasser ist in dieser Hinsicht fast schockierend konsequent. Neben den Kapiteln: Allgemeine Hinweise, Haushaltelektronik, Unterhaltungselektronik, Autoelektronik, Modellbauelektronik und einem sehr guten Stichwortregister gibt es ein Kapitel, das 14 Meß- und Prüfgeräte enthält, bis hin zum elektronischen Zweikanalschalter. Ein solcher Meßgerätepark verdient die Bezeichnung „Heimlabor"-Elektronik oder „Meß"-Elektronik, obwohl natürlich die Geräte nicht so genau sein können oder sollen wie die eines professionellen Instrumentariums. Wer die Laborpraxis kennt, der weiß, daß Messungen mit hoher Genauigkeit nur selten erforderlich sind und daß häufig Ingenieure in der Praxis feststellen müssen, daß sie in der Schule meist zu viele Kommastellen in ihren Berechnungen mitgeschleppt haben.
Dieses vielleicht beste und wichtigste Kapitel heißt schlicht „Hobbyelektronik". Das kann Bescheidenheit sein. Es kann aber auch Konzequenz sein: Wer die Funktion einer Schaltung nicht kennt, der kann auch nichts prüfen und nichts messen, wenn die Schal-

tung es wider Erwarten nicht tun sollte; seine Meßgeräte sind nur Hobby.

Für den Nachbau ist sonst aber alles drin, was wichtig ist: Die gedruckten Schaltungen sind sehr klar dargestellt, ein Abschnitt über ihre Herstellung fehlt nicht und es gibt ein Bezugs- und Herstellerverzeichnis. Wer einer Schaltung ansieht, wie sie funktioniert, oder wer es gar nicht wissen will, für den ist dieses Werk eine Fundgrube, für den sich auch die fast hundert Schaltungen ihren Preis (ca. DM 37,–) wert. Auf jeden Fall repräsentiert „Der große Heimelektroniker“ den Stand der elektronischen Hobbytechnik in einem beachtlichen Maße.



Vorschau

In Heft 2, das Anfang November erscheint, bringt

POPULÄRE ELEKTRONIK u.a:

P.E.- TESTY



ein einfaches Prüfgerät

CARBOPHON



die verrückte Miniorgel für Streicher

Außerdem geplant:

DIE TOTALE UHR



MIKRO, das P.E.-Experimentalprogramm mit Print



ANPASSUNG – wie geht das?

Ob man eine HiFi-Anlage kauft oder selbst baut: Mit Anpassungsfragen hat man fast immer zu tun. Das Problem tritt zwischen allen Gliedern der Übertragungskette auf, von der Schallquelle bis zum Lautsprecher.
In diesem Beitrag geht es um die Schnittstelle zwischen den Kettengliedern Verstärker und Lautsprecher. Das Problem lautet: Wie hole ich möglichst viel aus dem Verstärker heraus, ohne das Ding zu zerstören? Ist der Lautsprecher bereits vorhanden, so ist zu fragen, welcher Verstärker für den Lautsprecher oder die Lautsprecherkombination am besten geeignet ist.

LEISTUNG

Die Leistung, gemessen in Watt, ist eine verbreitete elektrische Größeneinheit. Im Gegensatz zu den meisten anderen elektrischen Größeneinheiten hat man mit Leistung regelmäßig zu tun. Man kauft beispielsweise einen Lötkolben von 25 Watt oder eine 100 Watt-Glühlampe.
Vereinfacht ausgedrückt, ist die Leistung ein Maß für die aus dem Lichtnetz oder aus einer anderen Spannungsquelle entnommene elektrische Energie. Auch für Lautsprecher gilt: Ein Exemplar mit beispielsweise 20 Watt entnimmt dem Verstärker mehr Leistung als ein 5 Watt-Typ. Der Verstärker muß im ersten Fall mehr Leistung abgeben als im zweiten Fall.
Ganz ohne Formeln geht es auch bei Anpassungsfragen nicht, und so gibt es auch für die Berechnung der Leistung die unvermeidlichen Rechenvorschriften. Die wichtigste Formel lautet:

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Spannung} \cdot \text{Spannung}}{\text{Widerstand}}$$

In üblicher Weise geschrieben:

$$P = \frac{U \cdot U}{R} = \frac{U^2}{R}$$

In Worten ausgedrückt: Die Leistung, die ein bestimmter Lautsprecher mit dem Widerstand R aus dem Verstärker entnimmt, errechnet sich aus dem Quadrat der Verstärkerausgangsspannung, geteilt durch den Widerstand.
Man erhält die Leistung in Watt, wenn, wie allgemein üblich, die Spannung in Volt (V) und der Widerstand in Ohm (Ω) in die Formel eingesetzt werden.
Die folgenden Abschnitte sind der Spannung U und dem Widerstand R gewidmet, denn so einfach, wie man aufgrund der einfachen Formel glauben könnte, liegen die Dinge leider nicht.

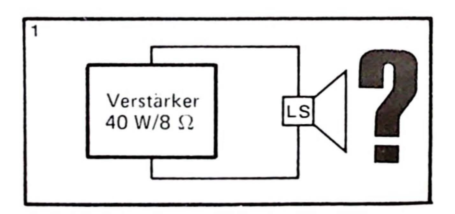


Bild 1. Verstärker, 40 Watt, 8 Ohm, sucht passenden Lautsprecher.
Ein einfaches Anpassungsproblem? Wenn man sich ein wenig mit der Theorie beschäftigt hat, traut man sich kaum, den Lautsprecher anzuschließen. In der Praxis ist es aber nur halb so schlimm.

DIE SPANNUNG

An der maximalen Spannung, die ein Verstärker abgeben kann, gibt es nicht viel zu drehen, denn dieser Wert liegt durch die Schaltung fest. Je höher aber die Spannung ist, die ein Verstärker liefert, um so höher ist im allgemeinen auch die Leistung, die er abgeben kann. Es leuchtet auch ein, daß es schwieriger ist, eine hohe, im gesamten hörbaren NF-Bereich unverzerrte Spannung zu erzeugen als eine niedrige. Aus diesem Grund steigen die Verstärkerpreise ja so schnell mit zunehmender Leistung an.

DER LAUTSPRECHERWIDERSTAND

Hier wird es schon etwas schwieriger, denn bei Lautsprechern spricht man nicht vom Widerstand, sondern von der Impedanz. Zwar wird die Impedanz auch in Ohm gemessen, aber damit hören die Gemeinsamkeiten fast schon auf.

Wie bekannt, liegen die Frequenzen des hörbaren Schalls im Bereich zwischen 20 Hz und 20.000 Hz. Die Lautsprecherspule hat bei niedrigen Frequenzen einen geringeren „Widerstand“ als bei hohen; eine 20 Hz-Spannung, an die Lautsprecherspule gelegt, erzeugt einen größeren Strom als eine gleich große, höherfrequente Spannung. Das ist weniger erfreulich, denn dadurch ist die einfache Leistungsformel ziemlich witzlos. Aufgrund der Frequenzabhängigkeit der Lautsprecherimpedanz nimmt die in der Spule umgesetzte Leistung ab, je höher die Frequenz des Steuersignals wird. Zum Glück ist das menschliche Ohr im oberen hörbaren Frequenzbereich etwas empfindlicher; außerdem nimmt es Leistungsunterschiede viel schwächer wahr als sie tatsächlich sind!

Lautsprecher werden nie so betrieben, wie sie aus der Fabrik kommen, sondern in einem Gehäuse, auf Neudeutsch: Box. Die Box beeinflußt den Impedanzverlauf des Lautsprechers. Durch physikalische Vorgänge wird der eingebaute Lautsprecher gedämpft, der Konus kann nicht mehr frei schwingen. Zwischen den akustisch-mechanischen Vorgängen im Lautsprecher und in der umgebenden Luft im Gehäuse einerseits und den elektrischen Vorgängen im Lautsprecher andererseits kommt es zu einer komplizierten Wechselwirkung. Die Folge ist, daß der Lautsprecher im Gehäuse einen anderen Impe-

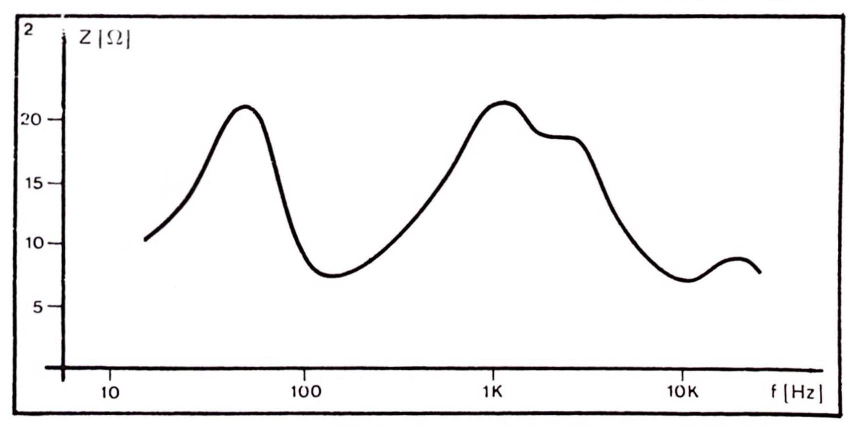
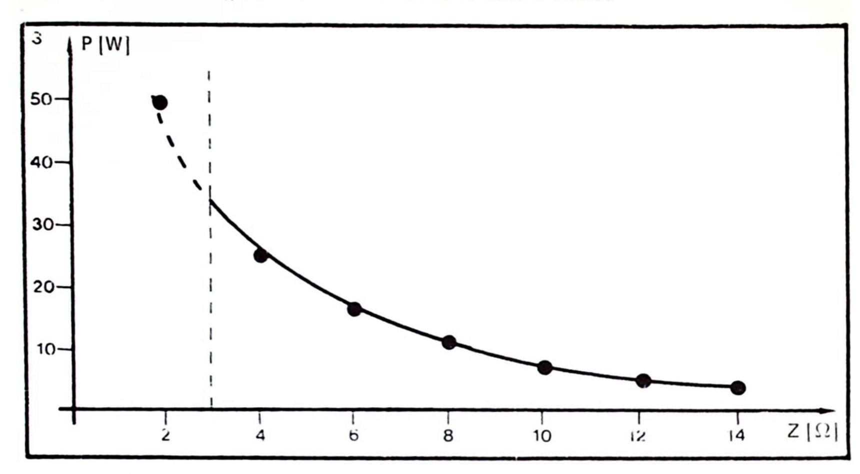


Bild 2. So z.B. kann die Impedanz (Z) einer Lautsprecherkombination in Abhängigkeit von der Frequenz aussehen.

Bild 3. Die Leistung, die dem Verstärker entnommen wird, hängt von der Lautsprecherimpedanz ab. Links von der gestrichelten Linie ist das verbotene Gebiet.



danzverlauf in Abhängigkeit von der Frequenz hat als der nackte Lautsprecher.
Noch etwas komplizierter ist die Situation bei Lautsprecherkombinationen. Bei diesen wird der hörbare Frequenzbereich, das sog. „Frequenzspektrum", mittels einer aus Spulen und Kondensatoren bestehenden Frequenzweiche in zwei oder drei Frequenzbereiche aufgeteilt. An den Ausgängen dieser Weiche liegt je ein auf den betreffenden Frequenzbereich zugeschnittener Lautsprecher.
Die Impedanz eines solchen Systems hängt nicht mehr nur von den Lautsprechern „im Gehäuse" ab, sondern auch von den Eigenschaften der Frequenzweiche. So kann es z.B. vorkommen, daß die Box bei bestimmten Frequenzen einen sogenannten „Saugkreis" darstellt. In einem solchen Fall ist die Impedanz des Systems bei der betreffenden Frequenz sehr niedrig, und ein beträchtlicher Anteil der Leistung verschwindet ungenutzt im Filter.
Aufgrund der obenstehenden Darlegungen könnte mancher es für zweckmäßig halten, die ganze Theorie beiseite zu schieben, auf die Anpassung ganz zu verzichten und den Lautsprecher einfach an den Verstärker anzuschließen. Es gibt aber einige einfache, allgemeine Richtlinien, so daß die Praxis halb so wild ist.
Man sollte sich jedoch merken, daß die Daten, mit denen ein Lautsprecher angegeben ist, nur für eine bestimmte Frequenz gelten und, wenn es ein loser Lautsprecher ist, nur für den nicht eingebauten Lautsprecher oder, wenn es sich um eine Box handelt, nur für die betreffende Lautsprecherkombination im Gehäuse.

STROM

Aus der Leistungsformel folgt, daß die Leistung mit abnehmender Impedanz zunimmt. Daraus darf man nun nicht die Schlußfolgerung ziehen, daß sich durch Anschließen mehrerer Lautsprecher an ein und denselben Verstärker die Leistung beliebig vergrößern ließe. Theoretisch stimmt die Überlegung zwar, aber in der Formel ist nicht berücksichtigt, daß ein Verstärker

nicht beliebig viel Strom an den (die) Lautsprecher liefern kann.
Ebenso wie die Netzsicherung, die durchbrennt oder ausschaltet, wenn zuviele Haushaltgeräte eine Leitung belasten, würde auch eine im Verstärker eingebaute Sicherung bei Überlastung durch die angeschlossenen Lautsprecher abschalten. Es ist also sehr zweckmäßig, daß die meisten modernen Verstärker mit einem Überlastungsschutz ausgestattet sind; spricht dieser Überlastungsschutz an, so wird das Ausgangssignal begrenzt und die Verzerrungen steigen sehr steil an.

ANPASSUNG

Für die Praxis ist es ausreichend, wenn man sich an die folgenden Regeln hält.
Zunächst zur Leistung. Wenn die Leistung, die für den Lautsprecher angegeben ist, über dem Wert der maximalen Verstärkerleistung liegt, so ist man auf der sicheren Seite. Im umgekehrten Fall kann es leicht passieren, daß den Lautsprecher für immer das große Schweigen befällt.
Hinsichtlich der Impedanz gilt die Empfehlung: Die Lautsprecherimpedanz soll denselben Wert haben wie die Verstärker-Anschlußimpedanz, oder aber einen höheren Wert, wenn man bereit ist, eine verringerte Leistung in Kauf zu nehmen.
Diese Richtlinien sind für die Anschaffung von Verstärker und Boxen sehr nützlich; will man aber mit mehreren Lautsprechern Versuche anstellen oder z.B. die über mehrere Räume einer Wohnung verteilten Lautsprecher aus einem gemeinsamen Verstärker steuern, dann sind die genannten Richtlinien nicht ausreichend. Hinzu kommen jedoch lediglich die (einfachen) Regeln für Parallel- und Serienschaltung von Widerständen.

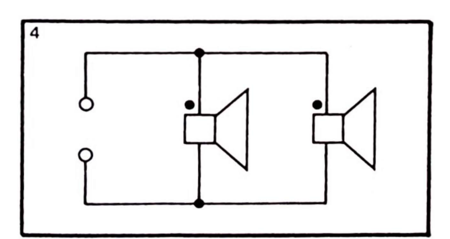
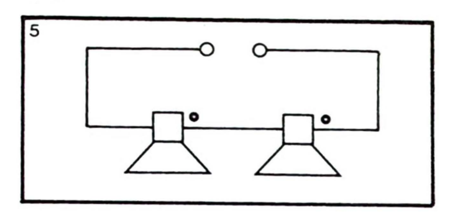


Bild 4. Parallelschaltung von zwei Lautsprechern. Die gekennzeichneten Anschlüsse müssen miteinander verbunden sein, damit die Lautsprecher phasengleich arbeiten.

PARALLELSCHALTUNG

Beim Parallelschalten wird je ein Anschluß des einen Lautsprechers mit einem des anderen verbunden.
Die beiden Lautsprecher müssen in Phase schwingen, d.h., daß die Konusbewegungen der beiden Exemplare in derselben Richtung erfolgen, daß also nicht der eine Konus nach außen ausgelenkt wird, während sich der andere nach innen bewegt.
Die Phasenbedingung hängt davon ab, ob die beiden Anschlußpaare richtig miteinander verbunden sind. Da bei fast allen Lautsprechern einer der Anschlüsse durch einen (meist roten) Farbpunkt gekennzeichnet ist, gibt es kein Vertun: Zwischen den gekennzeichneten Anschlüssen wird die eine Verbindung hergestellt, zwischen den nicht gekennzeichneten die zweite.
Schaltet man Lautsprecher parallel, so nimmt die Impedanz ab. Haben die beiden Exemplare je 8 Ohm, so beträgt die resultierende Impedanz 4 Ohm. Die Leistung, die man mit den beiden Lautsprechern erzielt, ist genau doppelt so hoch wie die Leistung eines einzelnen Lautsprechers. Dies gilt allerdings nur für Lautsprecher mit identischen Daten.
Ein einfaches Zahlenbeispiel für die Parallelschaltung: Ist der Verstärker mit einer Leistung von 20 Watt und einer Anschlußimpedanz von 4 Ohm angegeben und will man mit diesem Verstärker in Küche und Wohnzimmer Musik wiedergeben, dann braucht man zwei Lautsprecher mit den Daten: 8 Ohm/10 Watt und schaltet die beiden parallel.

Bild 5. Serienschaltung von zwei Lautsprechern.



SERIENSCHALTUNG

Bei der Serien- oder Reihenschaltung verbindet man den gekennzeichneten Anschluß des einen Lautsprechers mit dem nicht gekennzeichneten des anderen; die Phasenbedingung ist dann erfüllt. Die beiden freien Anschlüsse werden mit dem Verstärkerausgang verbunden.
Die Gesamtimpedanz ist die Summe der Einzelimpedanzen. Sind die Daten der Lautsprecher gleich, so verteilt sich die Gesamtleistung gleichmäßig auf beide Lautsprecher.

KOMBINATIONEN

Natürlich sind auch komplizierte Kombinationen aus Parallel- und Serienschaltung möglich. Für solche Experimente sollte man aber ausschließlich Lautsprecher mit identischen Daten verwenden, damit die Sache nicht allzu kompliziert wird.
Ein Zahlenbeispiel: Vorhanden ist ein Verstärker mit den Daten 40 Watt/4 Ohm. Von einem Sonderangebot sehr preiswerter 5 Watt/8 Ohm-Lautsprecher hat man Gebrauch gemacht und sich reichlich eingedeckt. Daß die Schaltung in Bild 6 eine Impedanz von 4 Ohm hat, kann man selbst nachrechnen (erst die Serienschaltungen, dann die Parallelschaltung). Für die Gesamtleistung gilt: 8 · 5 Watt = 40 Watt.

SCHLUSSBEMERKUNG

Ein warnender Hinweis: Nie und nimmer zwei Verstärkerausgänge parallelschalten. Daß das gut geht, ist so unwahrscheinlich wie der erste Rang im Lotto. In allen übrigen Fällen reduziert sich dabei die Weltbevölkerung an Verstärkern um zwei Einheiten.



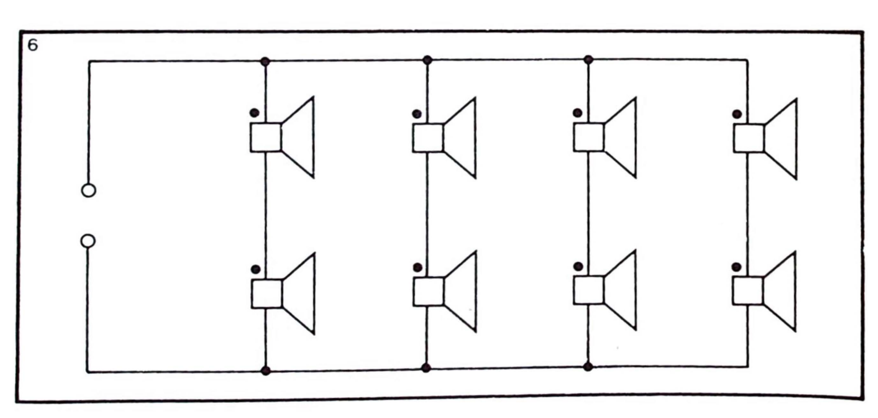


Bild 6. Wer gute Beziehungen zu einer Lautsprecherfabrik hat, kann so ein Viellautsprechersystem zusammenschalten; solche Systeme sind übrigens qualitativ erstaunlich gut.

ENERGIE AUS SONNE UND ERDE

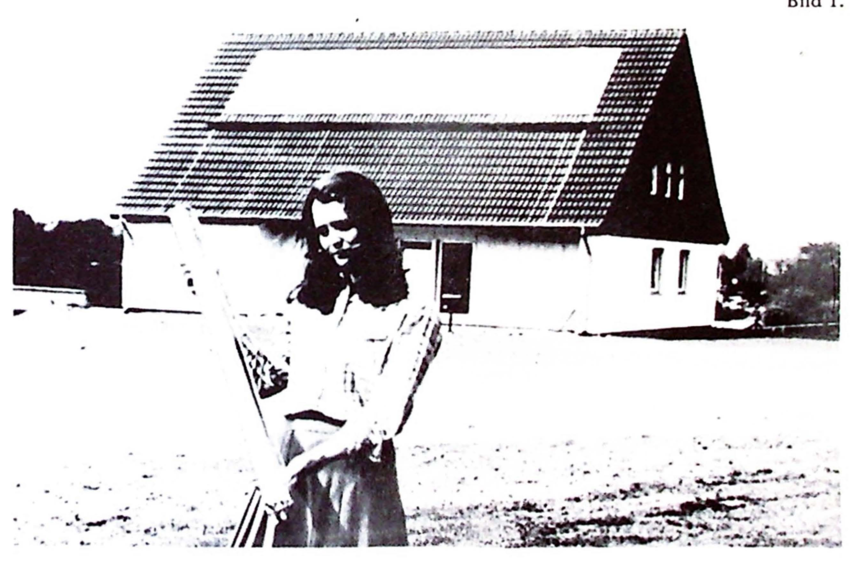
ALTERNATIVE FÜR DIE KERNENERGIE?

Vor Jahresfrist richteten in den USA sechs Nobelpreisträger und weitere Wissenschaftler einen offenen Brief an den Präsidenten ihres Landes, um einen Baustopp schneller Brut-Atomreaktoren zu erzwingen. Auch in der Bundesrepublik hat es massive Proteste gegen Reaktorprojekte gegeben. Herausgekommen ist bei diesen Formen demokratischer Aktivität zumindest, daß die Argumente für und wider Atomenergie gründlich diskutiert wurden; man darf sich nun für informiert halten. Danach steht fest, daß die Reaktoren kommen, wenn nicht neue Argumente die Auseinandersetzung wieder in Gang setzen. Neue Argumente gegen Kernenergie – das kann nur heißen: alternative Energiequellen.

Schon lange ist die Industrie auf der Suche nach neuer, preiswürdiger Energie. Ein interessantes Projekt läuft im Philips-Forschungslaboratorium Aachen. Auf dem Laborgelände steht ein Haus, ein Experimentierhaus, das seine Energie aus Sonne und Erde bezieht. Soviel Energie, daß sie das ganze Jahr über zur Heizung und Warmwasserbereitung ausreicht.

Zur Zeit „wohnt" in dem Haus ein Computer, der den Energiehaushalt einer vierköpfigen Familie simuliert (kocht, duscht, wäscht usw.). Später wird eine „richtige" Familie das Haus beziehen.

Bild 1.



DER ENERGIEHUNGER

Die ständig wachsende Nachfrage nach Energie macht es erforderlich, neue Energiequellen „anzubohren" oder die Energieverschwendung einzudämmen. Der Kernreaktor als eine mögliche neue Energiequelle stellt Techniker und Behörden vor gravierende Probleme, insbesondere die „schnellen Brüter". Es gibt noch keine Methode, die radioaktiven Abfallstoffe zu beseitigen! Trotzdem werden Reaktoren gebaut, auch in der Nähe von Wohngebieten.
Alternativen deuten sich an, aber ob sie sich durchsetzen ist abzuwarten.

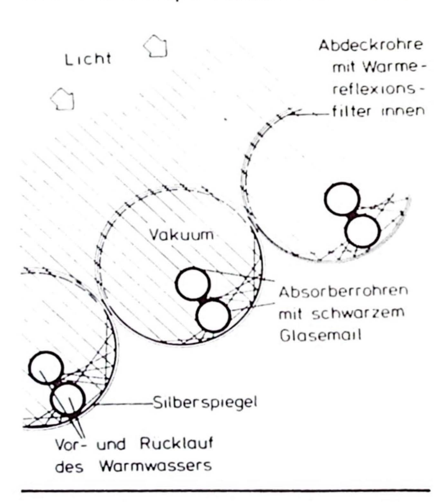
VERLORENE ENERGIE

In der Bundesrepublik wurden im Jahre 1973 45% der gesamten Energie von privaten Haushalten verbraucht, für Heizung, Warmwasserbereitung usw. In einem Haus herkömmlicher Bauweise geht 90% dieser Energie verloren.

DAS EXPERIMENTIERHAUS

Auf dem Laboratoriumsgelände wurde ein Experimentierhaus errichtet, das bezüglich Größe, Ausstattung und Energieverbrauch den Lebensgewohnheiten einer durchschnittlichen, vierköpfigen Fami.ie entspricht (Bild 1). Dieses Experimentierhaus bietet die Möglichkeit, alle zweckmäßig erscheinenden Maßnahmen konsequent zu untersuchen.
Der Bedarf an Heizenergie wird durch zusätzliche Isolation der Wände, Böden und Decken, durch Verminderung der unkontrollierten Lüftungsverluste sowie durch den Einsatz von Fenstern mit geringem Wärmedurchgang erheblich reduziert, und zwar auf ein Sechstel, verglichen mit einem Normalhaus, und auf ein Drittel, verglichen mit einem Haus mit sogenanntem Vollwärmeschutz.
Der verbleibende Bedarf an Heizenergie von ca. 8 300 kWh kann durch Sonnenenergie und/oder erdgespeicherte Sonnenwärme gedeckt werden. So wurden im Dach des Experimentierhauses auf einer 20 m² großen Fläche insgesamt 324 Sonnenkollektoren installiert, welche die einfallende Sonnenenergie in Wärme bis zu 95 °C wandeln. Diese Energie wird einem Tank mit 40 m³ Wasser zugeführt. Die auf diese Art im Jahresmittel gespeicherte Energie von etwa 10 000–12 000 kWh reicht aus, um den gesamten Heizbedarf des Hauses zu decken. Der Bedarf an elektrischer Energie wird durch Wärmerückgewinnung aus den Abwässern auf etwa die Hälfte verringert.

Bild 2. Querschnitt des Sonnenkollektors mit Absorber-Rohrschlange für den Wasserdurchlauf, dem Wärmereflexionsfilter und dem Silberspiegel. Der Sonnenkollektor ist mit einem Wärmereflexionsfilter aus Indiumoxid (In_2O_3) ausgestattet, dessen Transmission für Sonnenlicht τ = 85% beträgt und der für Wärmestrahlung eine Reflexion von R = 90% aufweist. Der Absorber hat für Sonnenlicht einen Absorptionsfaktor von a = 95%.



DIE SONNENKOLLEKTOREN

Bei den installierten Sonnenkollektoren handelt es sich um eine im Philips-Forschungslaboratorium Aachen entwickelte Ausführung, die selbst bei geringen Einstrahlungsstärken der Sonne und bei großen Temperaturdifferenzen hohe Wirkungsgrade aufweist. Die Entwicklung basiert auf den im gleichen Laboratorium entwickelten wärmereflektierenden Filtern aus Indiumoxid, die man in den zur Straßenbeleuchtung benutzten Natrium-Niederdrucklampen verwendet. Es wird erwartet, daß solche Kollektoren unter mitteleuropäischen Klimabedingungen zur Warmwasserversorgung und unter südlichen Klimabedingungen zum Betreiben von Kühlmaschinen mit Vorteil eingesetzt werden können. In Bild 2 und 3 sind eine einzelne Röhre und der daraus zusammengesetzte Kollektor gezeigt. Die Weiterentwicklung dieses Prinzips zielt auf eine Vereinfachung und damit Verbilligung der Kollektoren ab, ohne dabei die Wirksamkeit zu verringern. Hier sind in der letzten Zeit beträchtliche Fortschritte erzielt worden.

NUTZUNG DER ERDWÄRME

Die Energie des Erdreichs wird im Experimentierhaus zum Zwecke des Heizens und Kühlens herangezogen. Dazu wurde unter der 150 m^2 großen Kellersohle ein Wärmetauscher angebracht, der aus 120 m Kunststoffrohr besteht. Mit einer Wärmepumpe kann dem Erdreich bei einer Temperatur von etwa 7 °C Energie entzogen und einem Warmwassertank von 50 °C zugeführt werden, von dem die Versorgung des Hauses aus erfolgt. Dabei handelt es sich um die gleiche Wärmepumpe von 1,2 kW Leistung, die auch zur Wärmerückgewinnung aus den Abwässern benutzt wird. Die Wärmepumpe arbeitet unter diesen Betriebsbedingungen mit einer Leistungsziffer von etwa 3,5 d.h., es werden mit einer Kilowattstunde elektrischer Energie 3,5 Kilowattstunden thermische Energie nutzbar gemacht. Berechnungen zeigen, daß unter den in Aachen angetroffenen günstigen Bedingungen des Erdreichs die vollständige Beheizung des Hauses mit dieser Energiequelle vorgenommen werden kann.

Zur Deckung des Kühlbedarfs während der

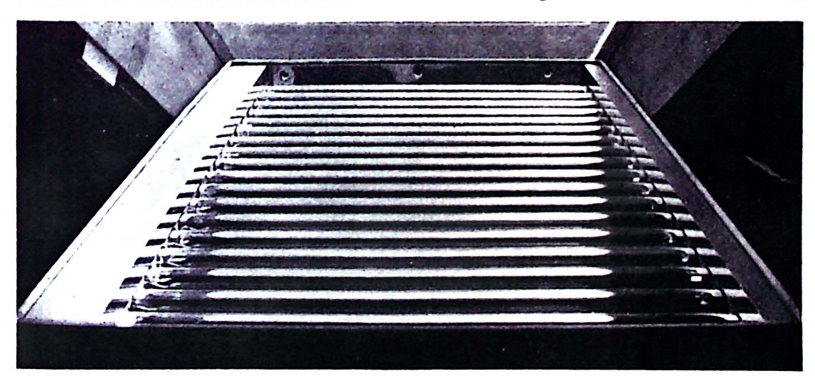


Bild 3. Im Energie-Experimentierhaus sind im Dachboden auf der Südseite des Hauses insgesamt 324 Sonnenkollektoren vorhanden, die in 18 klappbaren Einheiten zu je 18 Kollektoren zusammengefaßt sind.

Sommerzeit wird die zur Versorgung des Hauses benötigte Frischluft durch eine poröse Wand (eine „Porwand") entlang der Kellerwände geführt. Sie kann so auf eine Temperatur bis zu 18 °C abgekühlt werden und gewährleistet eine Raumtemperatur von unter 24 °C.

DAS ENERGIESYSTEM DES EXPERIMENTIERHAUSES

Bild 4 zeigt das Energiesystem des Experimentierhauses mit den vielfältigen Möglichkeiten der Versorgung mit Heizenergie, wie z.B. nur mit Sonnenenergie, nur mit Erdwärme oder teilweise mit elektrischer Energie, die im Sommer thermisch gespeichert wird und im Winter zur Verfügung steht. Die variable Auslegung des Systems gestattet die Untersuchung besonders interessanter Kombinationen der verschiedenen Energieformen und der verschiedenen Komponenten.

SIMULATION UND DATENERFASSUNG

Eine systematische Untersuchung wird durch die Verwendung programmierbarer Prozeßrechner für die Systemsteuerung und die Datenerfassung sichergestellt. Der Prozeßrechner ermöglicht den vollautomatischen Ablauf des Einsatzes der Energiesysteme nach vorgegebenen Strategien.
Der Energieverbrauch der „Durchschnitts-Familie" wird ebenfalls mit Hilfe dieses Prozeßrechners simuliert. Die resultierenden Wärmeströme und entsprechenden Temperaturen werden mit den gleichfalls gemessenen Wetterdaten von einer elektronischen Datenerfassung registriert und auf einem Magnetband gespeichert.

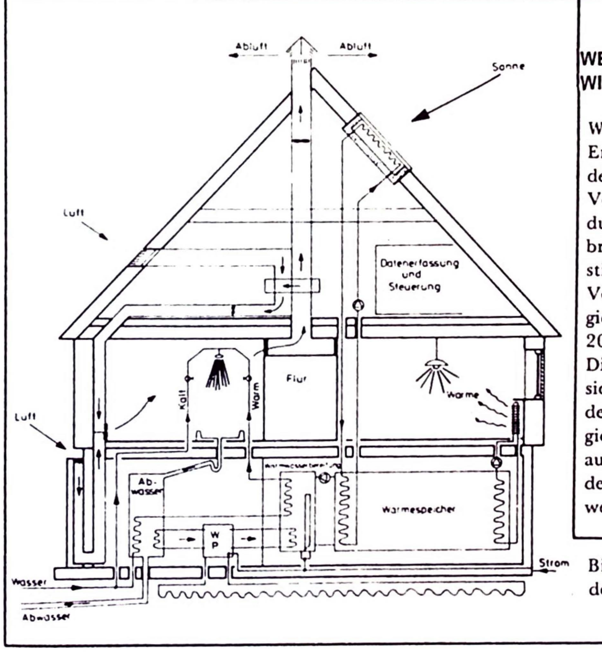
SYSTEMANALYSE

Die im Experimentierhaus gemessenen thermischen Daten sind der Ausgangspunkt einer Systemanalyse, die der Entwicklung und Dimensionierung optimaler, integrierter Haus-Energiesysteme dient.

SCHON ERGEBNISSE

Im Juni dieses Jahres legte der Leiter des Projektes, Dr. H. Hörster, einen Zwischenbericht über das erste Jahr „Experimentierhaus" vor. Die wichtigsten Ergebnisse:
Der Wärmebedarf entsprach fast genau dem rechnerisch ermittelten Wert von 8 300 kWh/Jahr. Zum Vergleich dazu benötigt ein Standard-Haus gleicher Größe etwa 50 000 kWh/Jahr und ein Haus mit sog. Vollwärmeschutz etwa 25 000 kWh/Jahr. Nach Abzug der „internen Lasten", dem Beitrag zur Heizenergie, der durch die im Haus lebenden Personen, Beleuchtung und Haushaltgeräte geliefert wird, benötigt das Haus eine Netto-Heizenergie von rd. 4 000 kWh/Jahr. Dieser geringe Heizenergiebedarf kann, vollen Jahresbetrieb vorausgesetzt, von der installierten Sonnenenergieanlage gedeckt werden.
In der Heizsaison 1975/76 wurde dieser Heizbedarf zu 2/3 direkt dem mit Sonnenenergie erwärmten großen Speichertank (der ab Juni 1975 in Betrieb war) entnommen. Der Rest wurde mit Hilfe einer Wärmepumpe unterhalb Tanktemperaturen von 35 °C dem Tank entnommen und auf ein Temperaturniveau von 45–55 °C gebracht. Die dazu erforderliche elektrische Energie entsprach rd. 1 300 kWh.
Die im Experimentierhaus installierte zentrale Anlage zur Wärmerückgewinnung wurde vermessen. Die Leistungsziffer der Anlage betrug 2,7, was bedeutet, daß mit 1 kWh elektrischer Energie, die der Wärmepumpe zugeführt wird, 2,7 kWh thermische Energie dem Warmwassersystem des Hauses zugeleitet werden, wobei 1,7 kWh den Abwässern des Hauses entzogen wurden. Der Bedarf an Elektrizität für einen sogenannten vollelektrischen Haushalt reduziert sich dadurch um 40%.
Die von Juni 1975 bis Juni 1976 in Aachen auf die Dachfläche (48° gen Süden orientiert) eingestrahlte Sonnenenergie betrug 1 150 kWh/m^2, auf die Kollektorfläche von

20 m² bezogen, total 23 000 kWh. Davon wurden 10 350 kWh in Wärme gewandelt und dem Energiesystem zugeführt. Der Jahreswirkungsgrad betrug dabei rund 45%. Seit Februar 1976 konnte der Heizenergiebedarf des Experimentierhauses direkt (ohne Entnahme gespeicherter Energie aus dem Großtank) von der Sonnenenergie gedeckt werden. Ab März 1976 ergab sich bereits ein Überschuß der gewandelten Sonnenenergie gegenüber der benötigten Heizenergie.
Im Experimentierhaus wird das Drainagesystem der Kelleraußenwände von der dem Wohnbereich zugeführten Luft durchflossen. Als Resultat erhält man die Angleichung der Raumluft an die Temperatur des Erdreiches, was zur Kühlung im Sommer und zur Vorwärmung im Winter führt. Messungen vom August 1975 zeigen, daß bei Außentemperaturen über 30 °C die Innentemperatur des Hauses nicht über 23 °C ansteigt. Im Dezember 1975 hatte die Lufttemperatur nach Passieren der Porwand immer Temperaturwerte über + 12 °C, bei Außentemperaturen bis zu – 4 °C. Die dem Erdreich dabei entzogene Energie, die zur Erwärmung der Außenluft auf 12 °C notwendig ist, beträgt 520 kWh. Die Ergebnisse des Porwand-Lüftungs-Systems sind außerordentlich ermutigend.



WERDEN WIR JEMALS WIEDER DAVON HÖREN?

Wahrscheinlich. Die ersten Ergebnisse sprechen eine deutliche Sprache. Der Verbrauch von Energie ist durch Techniken und Verbrauchergewohnheiten bestimmt, die sich durch die Verfügbarkeit billiger Energie während der letzten 20 Jahre eingestellt haben. Die bereits vollzogene und sich zukünftig fortsetzende Verteuerung der Energie erfordert daher schon aus ökonomischen Gründen eine rationelle Verwendung.

Bild 4. Das Energiesystem des Experimentierhauses.

P.E.'s Hitparade TOP TEN

IHR SCHALTUNGSWUNSCH IM P.E.–PROGRAMM!

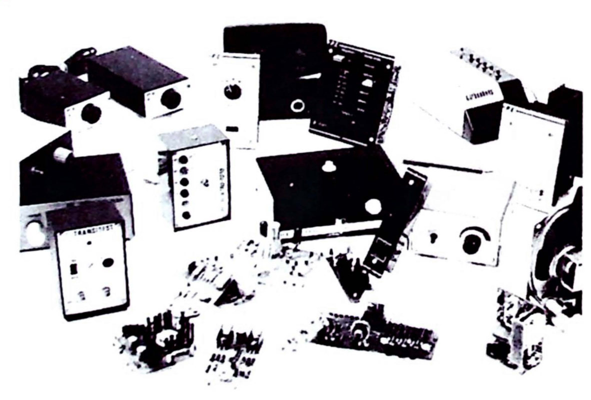
Trotz aller Kommunikation zwischen Leser und Redaktion trägt die inhaltliche Gestaltung einer Zeitschrift den persönlichen Stempel des Redaktionshäuptlings, wenn nicht konsequent die Leserwünsche erfaßt und in die Tat umgesetzt werden.

P.E. praktiziert deshalb die Mitbestimmung für aktive Elektronik-Hobbyisten. Wie funktioniert das?

In jeder Ausgabe von P.E. finden Sie eine vorgedruckte Postkarte zum Abtrennen. Auf der Rückseite tragen Sie fünf Schaltungswünsche ein. Freimachen und abschicken – das ist alles.

In P.E.'s Hitparade „TOP TEN" werden die 10 meistgenannten Schaltungen aufgeführt. Damit setzt sich die Redaktion selbst in Zugzwang und muß dafür sorgen, daß die Hits schnellstmöglich kommen!

Diese Schaltungen stehen bereits auf dem Programm und können ebenfalls genannt werden: Elektronisches Codeschloß ★ Black-Box-Verstärker (NF-Endverstärker mit IC) ★ Vorverstärker zum Black-Box-Verstärker ★ Spannungsquelle (4,5 V; 6 V; 7,5 V; 9 V / 0,85 A) ★ Scheibenwischerautomat ★ Spannungslupe (Vorsetzer für Vielfachinstrumente) ★ P.E.-Bamby (Miniverstärker) ★ H.E.L.P. (Handliche Edukative Labor-Platine) ★ L.E.D.S. (Lampenkontrollschaltung) ★ Syndiatape (Bildsynchrone Diavertonung) ★ Mikro (Experimentierschaltung) ★ Puffi (NF-Stereo-Pufferstufe) ★ Umformer für Leuchtstofflampe ★ Lichtdimmer ★ Einbruchalarm ★ Rauschfilter ★ LED-VU-Meter ★ Regensonde ★ Minimix (einfaches Mischpult) ★ Tremolo ★ 50 Watt-Verstärker ★ Die totale Uhr ★ Superspannungsquelle (3 V . . . 30 V / 1,3 A) ★ Peace-maker (Zahl-oder-Adler-Zufallsgenerator) ★ Anti-Lichtorgel ★ Power-Blink-Zentrale ★ TV-Tonkoppler ★ Leslie ★ Schwesterblitz



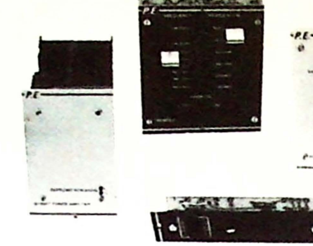
Noch einige Bemerkungen: Die Entwicklung elektronischer Schaltungen kostet Zeit. Deshalb wird es nicht immer möglich sein, die meistgenannte Schaltung gleich im nächsten Heft zu bringen.
Nicht in die Hitparade kommen bestimmte Kategorien von Schaltungen, die P.E. prinzipiell nicht publiziert.
Zum einen sind dies Senderschaltungen. Nicht weil P.E. sich als Hüter des Gesetzes profilieren will, sondern weil wir meinen, daß nur derjenige einen Sender bauen und betreiben sollte, der durch Ablegen eines Examens bewiesen hat, daß er mit einem solchen Gerät richtig umzugehen versteht. Der Äther ist ein Teil der Umwelt, er steht wie diese nur in begrenzter Menge zur Verfügung.
Zum zweiten: P.E. versteht sich als Zeitschrift für einfache Elektronik. Es hat also keinen Zweck, digitale Universalmeßgeräte, elektronische Orgeln usw. vorzuschlagen. Wer sich an solche Geräte heranwagt, der muß schon über viel Nachbauerfahrung verfügen und dürfte die Zeitschriften kennen, in denen er solche Projekte finden kann.

AUS FÜLL KARTE AUS FÜLL
FÜLL KARTE AUS FÜLL
KARTE AUS FÜLL

---

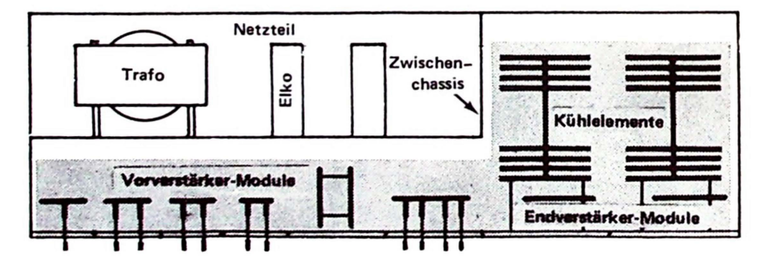
ab Heft ③

P.E.'s

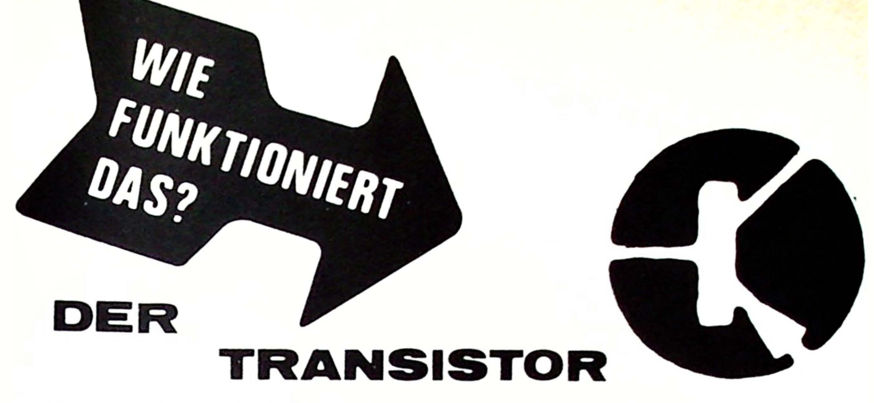


MODUL – TECHNIK

Module sind immer die Bestandteile eines größeren Systems. Sie sind in ihrem elektronischen und mechanischen Aufbau so aufeinander abgestimmt, daß sie universell miteinander kombiniert werden können und sich somit jeder Aufgabenstellung optimal anpassen.
P.E. hat eine Serie HiFi-Module entwickelt, die unter anderem aus folgenden Schaltungen besteht: Rauschfilter, LED-VU-Meter, Tremolo, 50 Watt-Verstärker, Physiologische Lautstärke, Klangfilter, Mischpultmodul und Nachhall. So kann sich jeder seine HiFi-Anlage nach eigenem Konzept zusammenstellen.
Das Modulsystem ist im Prinzip nicht neu, jedoch geschieht es unseres Wissens zum ersten Male, daß eine Zeitschrift ein solches Projekt bringt.
Und hier die besonderen Merkmale von P.E.'s Modultechnik:



- Frontplatten:
  wahlweise mit Beschriftung in silbermetallic auf schwarzem Grund oder schwarze Beschriftung auf eloxiertem Aluminium.
- Normgerecht:
  für 19''-Systeme
- Modul-Montage:
  Frontplatten verschraubt auf Gleitmutterkanälen im Systemgehäuse.



DER TRANSISTOR

„Transistor“ – ein Wort das jeder kennt; aber sicher weiß nicht jeder, was das eigentlich ist, so ein ...Transistor. Wer sich ein wenig mit Elektronik befaßt hat, der weiß auch, daß ein Transistor ein schwarzes Kunststoff- oder ein Metallgehäuse und ein paar Anschlüsse hat. Wer aber die Elektronik zu seiner Freizeitbeschäftigung machen will, der sollte doch etwas mehr von diesem Bauelement wissen. Deshalb nehmen wir hier den Transistor unter die Lupe.
Es geht dabei keineswegs um die physikalische Wirkungsweise, denn mit einer detaillierten, streng wissenschaftlichen Abhandlung über die Technologie der Halbleiter ist dem Hobbyelektroniker nicht gedient. Es geht vielmehr um die Funktion des Transistors in elektronischen Schaltungen; an „Vorbildung“ ist die Kenntnis des Ohmschen Gesetzes erforderlich – nicht mehr und nicht weniger.

BEGRIFFE

Zunächst sind einige Fachausdrücke und Begriffe, die im Zusammenhang mit dem Transistor immer wieder gebraucht werden, zu umschreiben und zu erklären.
Ein wichtiger Begriff, auch im Zusammenhang mit dem Transistor: die Diode oder Halbleiterdiode. Bild 1 zeigt das Schaltsymbol dieses Halbleiters. Die Diode hat eine sehr nützliche Eigenschaft: Strom kann nur in einer Richtung fließen. Wie aus Bild 1 hervorgeht, hat die Diode nur zwei Anschlüsse. Der eine wird mit „Anode“ (A) bezeichnet, der andere mit „Kathode“ (K).
Schließt man eine Spannungsquelle an die Diode an, und zwar so, daß an der Anode der Pluspol der Quelle liegt, dann fließt Strom durch die Diode; mit anderen Worten: Die Diode leitet. Liegt dagegen der Minuspol der Spannungsquelle an der Anode, so fließt kein Strom, die Diode sperrt. Sieht man von einem sehr kleinen „Sperrstrom“ ab, der nur ca. ein Hundertmillionstel Ampere beträgt und deshalb vernachlässigt werden kann, so ist die Situation genau so, als ob überhaupt

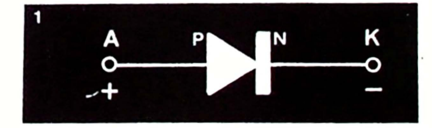


Bild 1. Das Schaltsymbol einer Diode. Die Anode ist als Pfeil ausgebildet, er zeigt die Stromrichtung an.

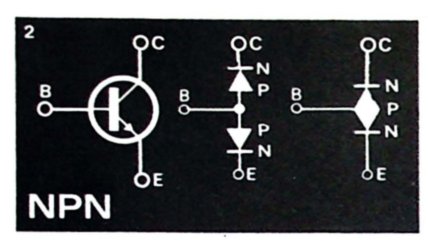


Bild 2. Das Schaltsymbol des Transistors (links). Der Transistor besteht aus zwei Dioden (Mitte), die jedoch nicht unabhängig voneinander sind wie zwei „lose" Dioden. Rechts: die Schichtenfolge des NPN-Transistors.

nichts an der Spannungsquelle angeschlossen wäre.
Zwei Dioden, auf eine spezielle Art „zusammengesetzt", bilden einen Transistor (Bild 2). Eine der beiden Dioden, nämlich die Basis-Emitter-Diode, spielt bei der Funktionsbeschreibung zahlreicher elektronischer Schaltungen eine wichtige Rolle.
Ein weiterer wichtiger Begriff: die maximale Sperrspannung. Wie bereits besprochen, kann man eine Diode in zwei „Richtungen" mit einer Spannungsquelle verbinden; die Richtung, in der kein Strom fließt, wird als Sperrichtung bezeichnet. Die Spannung darf nicht beliebig groß sein, denn oberhalb eines bestimmten Wertes tritt ein „Durchschlag" ein; schlägt eine Diode durch, so ist sie meistens (nicht immer!) hinüber, aufgrund der beim Durchschlag auftretenden Wärmeentwicklung.
Die Spannung, bei der die Diode gerade noch nicht durchschlägt, bezeichnet man als maximale Sperrspannung. Sie hat für die Basis-Emitter-Diode meist Werte um 7 Volt. Die Sperrspannung der Basis-Kollektor-Diode variiert sehr stark von Typ zu Typ; sie beträgt minimal ca. 10 Volt und kann bei manchen Typen bis zu 1000 Volt erreichen.

DIE SCHWELLENSPANNUNG

In Funktionsbeschreibungen von Transistorstufen begegnet man immer wieder dem wichtigen Begriff der Schwellenspannung, das ist die Spannung, die an einer leitenden, also in Flußrichtung geschalteten Diode, zwischen Kathode und Anode meßbar ist. Diese Spannung hängt in starkem Maße von dem fließenden Strom ab. Bild 3 zeigt den Zusammenhang zwischen Strom und Spannung; diese Darstellungsweise wird „Diodenkennlinie" genannt.
Man kann der Graphik unter anderem entnehmen, daß die Diode nicht sofort leitet, wenn man eine einstellbare Spannung anlegt und diese, bei Null Volt beginnend, langsam „aufdreht". Erst bei Spannungen ab 0,1 Volt beginnt die Diode ein wenig zu leiten. Soll ein Strom von z.B. 20 Milliampere fließen, so muß die Spannung ca. 0,7 Volt betragen. Der untere Bereich der kleinen Ströme wird nur selten gebraucht; man nennt diesen Bereich „Anlaufgebiet". Oberhalb des Anlaufgebietes steigt mit zunehmendem Strom die Spannung nur noch sehr geringfügig an; der Einfachheit halber rechnet man deshalb durchweg mit 0,7 Volt Spannungsabfall an

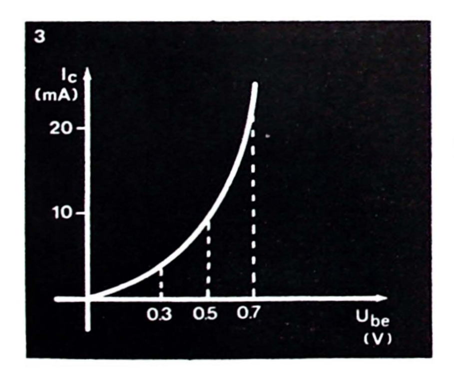


Bild 3. Die Strom-Spannungs-Kennlinie einer Siliziumdiode. Das charakteristische Verhalten ist sehr wichtig und wird in Schaltungsbeschreibungen noch häufig besprochen werden.

einer leitenden Diode. Dieser Wert gilt aber nur für Siliziumdioden (und Transistoren)! Für die in Ausnahmefällen verwendeten Germaniumtypen gilt ein Wert von 0,3 Volt.

DER TRANSISTOR

Das Schaltzeichen des Transistors wurde bereits in Bild 2 angegeben, und es wurde schon gesagt, daß der Transistor aus zwei, in besonderer Weise „zusammengesetzten" Dioden besteht. Eine Diode setzt sich aus zwei Schichten von unterschiedlichem Halbleitermaterial zusammen. Die Anode besteht aus einer sogenannten P-leitenden Schicht, die Kathode aus N-leitendem Material. Wie diese Bezeichnungen entstanden sind, kann hier leider nicht erläutert werden, dafür reicht der zur Verfügung stehende Raum nicht aus.

Ein Transistor besteht aus drei Schichten Halbleitermaterial. Der in Bild 2 gezeigte Transistor ist ein NPN-Typ; diese Bezeichnung deutet an, daß die Schichtenfolge N, P und wieder N lautet. Im Schaltsymbol ist der Emitter (E) mit einem Pfeil gekennzeichnet. Es ist wichtig zu wissen, daß der Pfeil die Stromrichtung anzeigt, und zwar einmal die Richtung des Stromes, der zwischen Basis und Emitter fließt, zum zweiten die Richtung des Stromes zwischen Kollektor (C) und Emitter.

Das „Gegenstück" zum NPN-Transistor ist der PNP-Transistor, er hat die umgekehrte

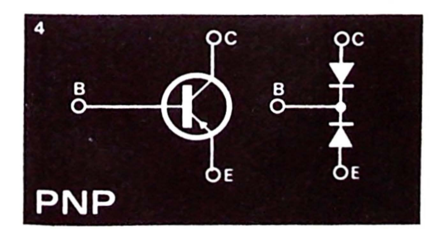


Bild 4. Das Schaltsymbol des PNP-Transistors. Der Emitterpfeil gibt, wie auch beim NPN-Transistor, die Stromrichtung an.

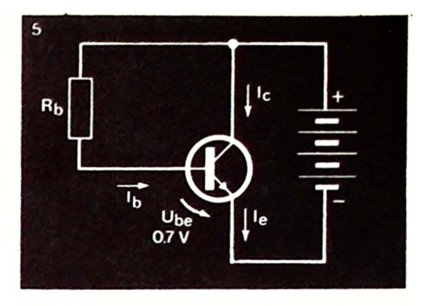


Bild 5. Ströme und Stromrichtungen in einem NPN-Transistor.

Schichtenfolge (P, N und P).

Bild 4 zeigt das Schaltsymbol eines solchen Halbleiters. Es fällt sofort auf, daß der Emitterpfeil in die entgegengesetzte Richtung weist, bezogen auf die Darstellung in Bild 2.

DIE FUNKTIONSWEISE DES TRANSISTORS

Bild 5 zeigt eine sehr einfache elektronische Schaltung. Zwischen Kollektor und Emitter des Transistors ist eine Batterie angeschlossen. Es handelt sich um einen NPN-Transistor, deshalb ist der Kollektor mit dem Pluspol der Batterie verbunden, der Emitter mit dem Minuspol. Über den Widerstand R_b liegt auch die Basis an der Batterieanode.

Was passiert in der Schaltung? Vom Pluspol fließt ein Strom durch den Widerstand R_b zur Basis des Transistors. Dieser Strom kann nur durch die Basis-Emitter-Diode des Transistors zum Minuspol der Batterie fließen, und das tut er auch. In der Basis-Emitter-Diode fließt also Strom; seine Größe hängt u.a. von dem Basiswiderstand R_b ab. Dieser Strom bewirkt nun innerhalb des Transistors, daß auch vom Kollektor zum Emitter ein Strom fließen kann. Dieser Strom ist viel größer als der Basisstrom und zu diesem etwa proportional. Der große „Kollektorstrom" I_c als Folge des kleinen Basisstromes

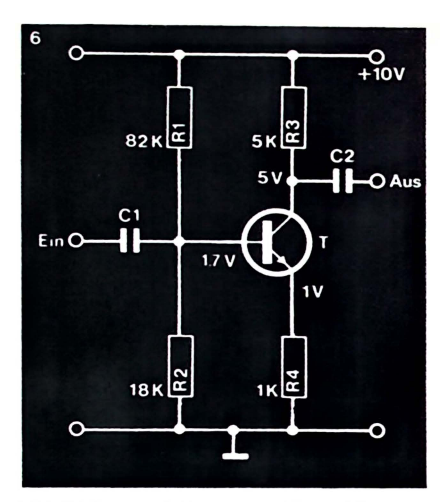


Bild 6. Eine praktisch verwendbare Verstärkerstufe für Wechselspannungen. Der Verstärkungsfaktor ist 5.

I_b – das ist der Transistor-Effekt.
Der Kollektorstrom beträgt, je nach Transistortyp, das 50...1000fache des Basisstromes. Dieser Faktor wird „Verstärkungsfaktor" des Transistors genannt, er ist auch bei Transistoren desselben Typs recht unterschiedlich von Exemplar zu Exemplar.

DER TRANSISTOR IN DER PRAXIS

Bild 6 zeigt eine Transistorstufe zur Verstärkung von Wechselspannungen, z.B. der NF-Signale von Tonband-, Rundfunkgeräten usw. Aus der nun folgenden, ausführlichen Beschreibung geht die Wirkungsweise der Schaltung deutlich hervor.
Mit den angegebenen Daten der Widerstände und der Speisespannung hat die Schaltung für Wechselspannungen eine Verstärkung von 5fach. Geht man davon aus, daß der Kollektorstrom mindestens das 100fache des Basisstromes beträgt, daß also der Verstärkungsfaktor des Transistors mindestens 100 beträgt, dann können der Kollektorstrom I_c und der Emitterstrom I_e als praktisch gleich groß angesehen werden. (Erläuterung: Emitterstrom = Basisstrom + Kollektorstrom; da der Basisstrom höchstens 1/100 des Kollektorstromes beträgt, ist der Emitterstrom um höchstens 1% größer als der Kollektorstrom. Dieser Unterschied ist so klein, daß man ihn bei der Berechnung von Schaltungen fast immer vernachlässigen kann). Die Ströme in R3 und R4 sind demnach praktisch gleich groß, deshalb stehen die Spannungen über R3 und R4 im Verhältnis dieser Widerstandswerte, mit anderen Worten: Die Spannung über R3 hat den 5fachen Wert der Spannung über R4.
Damit die obere Spannungsgrenze, bis zu welcher beim Verstärken von Wechselspannungen das Signal noch sauber verarbeitet wird, möglichst hoch ist, muß man dafür sorgen, daß der Kollektor im Ruhezustand der Schaltung auf dem halben Wert der Speisespannung, also in diesem Fall auf 5 Volt liegt. Am Kollektor tritt nämlich die verstärkte Wechselspannung, also das größte, in der Schaltung vorkommende Signal auf; es hat bei 5 Volt Kollektorruhespannung den größten Spielraum, nämlich +5 Volt für positive und −5 Volt für negative Signalspitzen.
Damit am Kollektorwiderstand R3 der Spannungsabfall 5 Volt beträgt, muß durch R3 (und R4) ein Strom von 1 Milliampere fließen. Am Emitterwiderstand R4 steht dann eine Spannung von 1 Volt. Die Spannung an der Basis muß dann um 0,7 Volt höher sein, also 1,7 Volt betragen.
Zur Einstellung dieser Spannung dient der Basisspannungsteiler aus R1 und R2; das Widerstandsverhältnis ist so gewählt, daß am Knotenpunkt R1/R2/Basis die Spannung tatsächlich 1,7 Volt beträgt. Bei der Berechnung der Teilerwiderstände ist aber nicht nur das Verhältnis der Widerstände wichtig, es muß auch sichergestellt sein, daß der Basisstrom, der ja vom Spannungsteiler geliefert wird, die Spannung am Knotenpunkt nicht merklich beeinflußt, sonst stimmt die ganze Spannungsrechnerei nicht mehr. In der

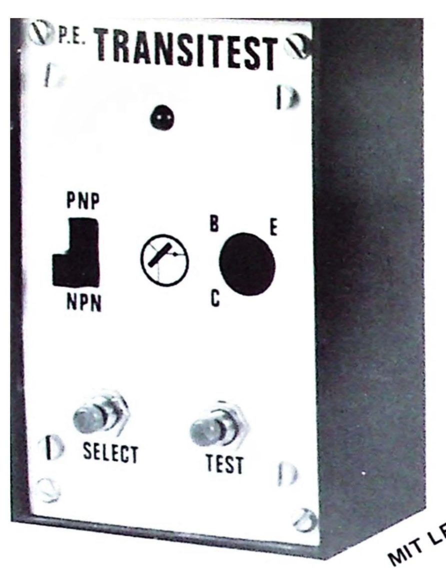
Praxis ist es völlig ausreichend, wenn der Strom in den Widerständen des Spannungsteilers mindestens um den Faktor 10 größer ist als der Basisstrom. Da der Basisstrom höchstens 0,01 Milliampere beträgt (Kollektorstrom 1 Milliampere, geteilt durch den Verstärkungsfaktor, der mit minimal 100 angesetzt wurde), muß der durch R1 und R2 fließende Strom mindestens 0,1 Milliampere sein. Daß die Schaltung in Bild 6 auch in dieser Hinsicht stimmt, kann man selbst, unter Anwendung des Ohmschen Gesetzes, ganz leicht nachprüfen.

Legt man nun über den Kondensator C1 eine Wechselspannung auf die Basis, so erscheint dieses Signal auch am Emitter, denn hier ist die Spannung immer um konstant 0,7 Volt niedriger als an der Basis. Die Wechselspannung an R4 erzeugt in R4 einen Wechselstrom, der auch durch R3 fließt. Der Widerstandswert von R3 ist jedoch um den Faktor 5 höher als der Wert von R4, deshalb erzeugt der fließende Wechselstrom an R3 eine Wechselspannung, die um den Faktor 5 höher ist als die Spannung am Emitter und auch an der Basis. Mit anderen Worten: Die Transistorstufe hat eine fünffache Verstärkung.

Für derartige Verstärkungsstufen kann als Faustregel gelten, daß der Verstärkungsfaktor gleich dem Verhältnis von Kollektor- zu Emitterwiderstand ist.

Zwischen dem Kollektor und dem eigentlichen Ausgang liegt der Kondensator C2; er bewirkt, daß die Gleichspannung von +5 Volt, die am Kollektor steht, nicht am Ausgang erscheint. Für Gleichspannung hat ein Kondensator einen sehr hohen (theoretisch unendlich großen) Widerstand; für Wechselspannung, das Nutzsignal also, einen sehr niedrigen.

An dieser Stelle ist noch darauf hinzuweisen, daß die Verstärkung einer solchen Stufe nur dann auf die beschriebene Weise berechnet werden kann, wenn der Emitterwiderstand nicht durch einen Kondensator überbrückt ist.



TRAN-SI-TEST

MIT LED-ANZEIGE

DAS PRINZIP DES TESTERS

Im Prinzip ist dieser Tester nicht kompliziert, wie Bild 1 zeigt. Es wird lediglich untersucht, ob der Prüfling ein guter Schalter ist. Ein solcher Schalttest zeigt aber, ob ein Transistor diensttauglich ist oder nicht.
Ein im Tester enthaltener a-stabiler Multivibrator erzeugt Impulse, die den Transistor steuern (siehe dazu auch den Beitrag „Elektro-Toto-Würfel" in dieser Ausgabe). Der Multivibrator erzeugt zwei Impulsspannungen, die zueinander spiegelbildlich verlaufen. Wenn die eine Spannung gerade „H" ist, dann ist die andere „L" und umgekehrt.
Eine dieser Impulsspannungen liegt über Widerstand R1 an der Basis des Testtransistors. Wenn der Transistor in Ordnung ist, kehrt er die „H"- und „L"-Spannungen genau um, d.h. an seinem Kollektor erscheint das Spiegelbild der an der Basis liegenden Spannung. Mit anderen Worten: Die Spannung am Kollektor sieht genau so aus wie die bisher unbenutzte zweite Impulsspannung aus dem Multivibrator.
Die beiden Spannungen liegen an den zwei Eingängen eines sogenannten Vergleichers. Dieser Schaltungsteil gibt an seinem Ausgang (3) ein Signal ab, wenn die Spannungen an den beiden Eingängen nicht übereinstimmen.
Ist der Transistor in Ordnung, so stimmen die Eingangsspannungen am Vergleicher überein; der Ausgang gibt kein Signal ab, er ist somit „L" und die LED (Licht Emittierende Diode) leuchtet nicht.
Ist der Halbleiter nicht in Ordnung, so ist die Spannung am Kollektor entweder dauernd „L" oder dauernd „H", abhängig davon, welchen Fehler der Transistor aufweist. Die beiden Eingangsspannungen des Vergleichers stimmen somit nicht überein. Der Vergleicherausgang ist abwechselnd „L" und „H"; dieser Fall ist in Bild 2 rechts dargestellt. Vom Vergleicherausgang wird die LED gesteuert, sie zeigt den Defekt des Transistors durch ihr Aufleuchten an.

Auch wenn kein Anlaß besteht, der „guten alten Röhrenzeit" eine Träne nachzuweinen: Manches war eben doch besser. Man mußte sich schon etwas Schlimmes einfallen lassen, wollte man eine Röhre – Hauptbestandteil in den alten „Dampfradios" – kaputtkriegen. Was die Glasdinger allerdings nicht gerne hatten: von der fünften Etage zu Boden fallen oder Speisung des Glühfadens mit 220 Volt.
Transistoren sind dagegen sehr empfindlich: Nur mal ganz kurz eine falsche Spannung zwischen Basis und Emitter angelegt – und schon hat uns wieder ein Halbleiter für immer verlassen.
Ein einfacher, leicht selbst zu bauender Transistortester ist kein überflüssiger Luxus; bestimmt dann nicht, wenn man ungestempelte und nichtgetestete Transistor-Massenware kauft.
Einfacher als beim P.E.-Transitest kann man sich die Bedienung eines Transistortesters kaum vorstellen: Man steckt das fragwürdige Exemplar in die Testfassung und drückt einen Taster: der Transitest fällt das Urteil. Wenn die eingebaute LED aufleuchtet, ist der Halbleiter reif für die Müllverbrennungsanlage. Mit einem zweiten Taster kann eine Unterscheidung zwischen einwandfreien und verdächtigen Transistoren getroffen werden.

KONTROLLIERT DIE VERSTÄRKUNG BEI NPN UND PNP

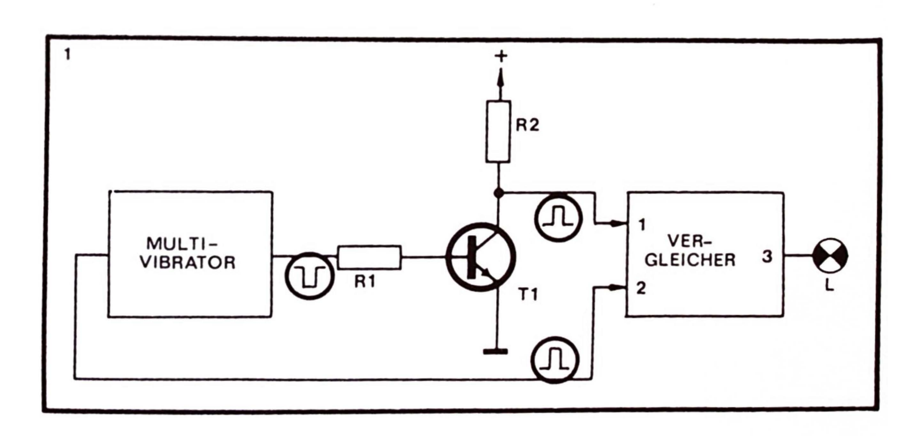
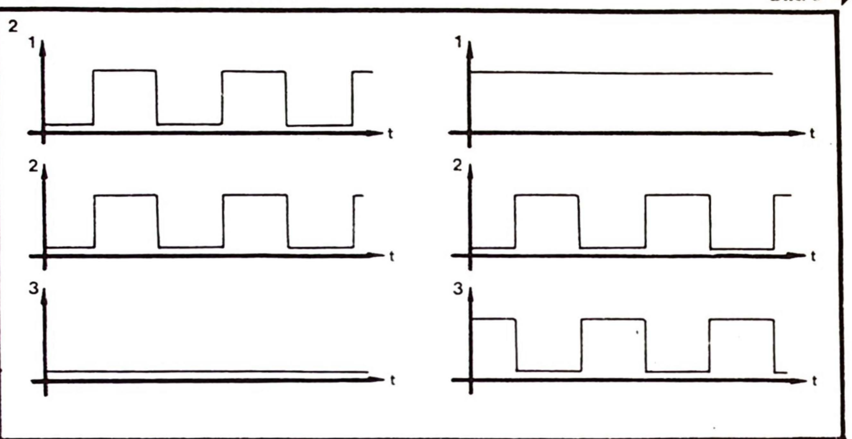


Bild 1. Der Transistortester besteht im wesentlichen aus einem Impulsgenerator und einem Vergleicher. Wenn der Prüftransistor in Ordnung ist, stellt der Vergleicher Übereinstimmung der Spannungen an seinen beiden Eingängen fest.

Bild 2. Impulsdiagramme. Links: Transistor ist in Ordnung; rechts: Transistor ist defekt. Die LED leuchtet nur im letzten Fall auf.

Bild 3 ➜ ➜



DAS SCHALTBILD

In Bild 3 ist die gesamte Schaltung des P.E.-Transitest angegeben. Der Inhalt der beiden Blöcke in Bild 2 ist hier in allen Einzelheiten dargestellt, außerdem sind zusätzlich einige Schalter zu erkennen.

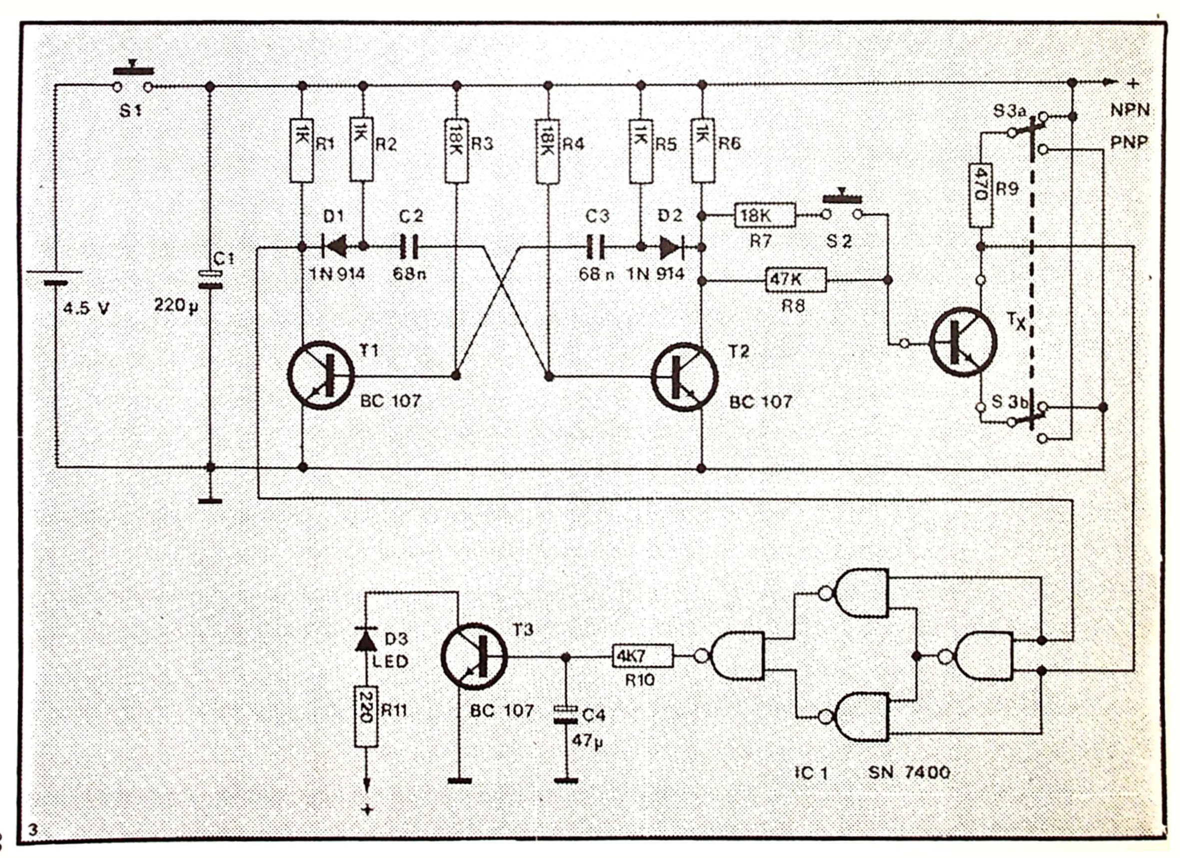
Der a-stabile Multivibrator besteht aus den Transistoren T1, T2 sowie deren Beschaltung. Die ausführliche Funktionsbeschreibung des Multivibrators kann hier entfallen, da sie im Beitrag „Elektro-Toto-Würfel" enthalten ist.

Die beiden Dioden D1 und D2 bewirken, daß die Schaltvorgänge des Multivibrators, d.h. das Umschalten der Spannungen an den beiden Kollektoren zwischen den logischen Pegeln „L" und „H" sehr schnell verlaufen.

Die Basis des Transistors T_X liegt über einen Widerstand (R7, R8) an einem Ausgang des Multivibrators, also an einem der beiden Kollektoren. Beim Drücken des Tasters S2 erhöht sich der Basisstrom des Testtransistors. Der Test mit höherem Basisstrom ist bei Transistorexemplaren mit niedrigem Verstärkungsfaktor zweckmäßig, weil ein niedriger Basisstrom (über den größeren Widerstand R8) nicht ausreicht, einen solchen Transistor voll durchzusteuern. Der Kollektor liegt dann nämlich nicht an Masse, sondern auf irgendeiner Spannung zwischen „L" und „H", da die Kollektor-Emitter-Strecke nicht richtig leitet. Der Vergleicher interpretiert diesen Zustand aber als „H", die LED leuchtet und dem Transistor wird zu Unrecht die Schuld ins Gehäuse geschoben. Bei Betätigen des Tasters S2 erhöht sich der Basisstrom. Wenn der Transistor es jetzt noch immer nicht tut, gehört er auf den Schrotthaufen.

Natürlich will man mit einem Transistortester PNP- und NPN-Typen untersuchen können. Dazu ist beim Transitest nicht mehr erforderlich, als mit einem Schalter den Kollektor und den Emitteranschluß zu vertauschen. Schalter S3 ist deshalb als doppelpoliger Umschalter ausgeführt.

Auf den Vergleicher gelangen zwei Signale: eine Impulsspannung vom Kollektor von T1, das andere Signal kommt vom Kollektor des Testtransistors T_X. Der Vergleicher besteht

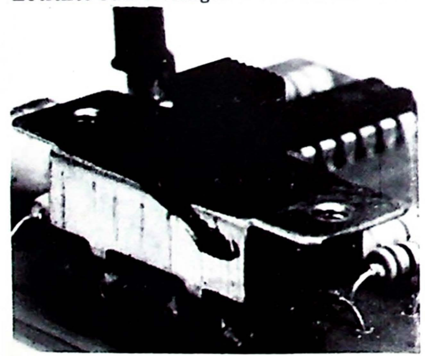


S1
4.5 V
C1
220µ
R1
1K
R2
1K
D1
1N 914
C2
68n
R3
18K
R4
18K
C3
68 n
D2
1N 914
R5
1K
R6
1K
T1
BC 107
T2
BC 107
R7
18K
S 2
R8
47K
R9
470
Tx
S3a
S 3b
+
NPN
PNP
D3
LED
R11
220
T3
BC 107
C4
47µ
R10
4K7
IC 1
SN 7400
3

aus einem IC Typ 7400. Dieses IC enthält vier NAND-Gatter mit je zwei Eingängen. Wie solche Schaltungen aufgebaut sind und wie sie funktionieren, kann hier nicht erläutert werden; eine solche Beschreibung wäre dem Umfang nach halbwegs eine Einführung in die Digitaltechnik.
Wie bereits im Abschnitt über das Funktionsprinzip des Testers erwähnt, ist die Ausgangsspannung des Vergleichers „L", wenn die beiden Eingangsspannungen zu jedem Zeitpunkt übereinstimmen (der Vergleicherausgang ist mit der rechten Seite von Widerstand R10 verbunden). Ist der Testtransistor fehlerhaft, so tritt am Vergleicherausgang eine Impulsspannung auf, die den Transistor T3 in die Sättigung steuert. Durch die Licht emittierende Diode fließt Strom, so daß sie jetzt hält, was man aufgrund ihrer Bezeichnung von ihr erwartet. Widerstand R10 und Elko C4 bilden ein Integrierglied; dieses macht aus der Impulsspannung eine Gleichspannung mit wesentlich geringerer Amplitudenschwankung, so daß T3 gleichmäßiger gesteuert wird und die LED heller leuchtet.

SCHALTUNGSAUFBAU

Aus Bild 4 und dem Foto der Schaltung gehen so viele Details des Aufbaus hervor, daß ein Nachbau der Schaltung nicht schwierig ist. Zunächst lötet man die sieben Lötstifte oder Lötaugen — drei für die Testfassung und vier für die beiden Taster — in die Platine ein, danach die elektronischen Bauelemente, die Taster und die Fassung. Den sechs Lötanschlüssen des PNP-NPN-Umschalters verpaßt man je ein kurzes Stück blanken Schaltdraht, dann fädelt man die Drähte durch die entsprechenden Platinen-



STÜCKLISTE

WIDERSTÄNDE:

R 1 = 1 kΩ
R 2 = 1 kΩ
R 3 = 18 kΩ
R 4 = 18 kΩ
R 5 = 1 kΩ
R 6 = 1 kΩ
R 7 = 18 kΩ
R 8 = 47 kΩ
R 9 = 470 Ω
R10 = 4,7 kΩ
R11 = 220 Ω
Alle Widerstände 1/4 Watt

KONDENSATOREN

C1 = 220 μF, 6 V axial
C2 = 68 nF
C3 = 68 nF
C4 = 47 μF, 6 V axial

HALBLEITER

T1 = BC 107 A, B oder C
T2 = BC 107 A, B oder C
T3 = BC 107 A, B oder C
D1 = 1 N 914
D2 = 1 N 914
D3 = LED
IC1 = SN 7400

SONSTIGES

zwei Miniaturtaster
Schalter 2 x UM
Transistorfassung
evtl. IC-Fassung 14-polig
7 Lötstifte oder Lötaugen
Flachbatterie 4,5 V

Bild 4. So sieht die Platine für den Transitest aus (4 a). Der Bestückungsplan und das Foto sind so aufschlußreich, daß beim Nachbau praktisch keine Fehler passieren können.

bohrungen. Nach dem Verlöten der Drähte sitzt der Schalter bombenfest auf der Platine. Der Kathodenanschluß der LED, der mit dem Platinenanschluß „K“ verbunden wird, ist durch die Abplattung des Gehäuses gekennzeichnet.

EINBAU DER PLATINE

Die bestückte Platine paßt, zusammen mit einer 4,5 Volt-Flachbatterie, z.B. in ein Teko-Gehäuse P2. In die Alu-Frontplatte kommen fünf Öffnungen, die den Schalter, die beiden Taster, die LED und die Fassung aufnehmen.

DER TRANSITEST IN FUNKTION

Der Test verläuft sehr einfach: Abhängig vom Transistortyp bringt man den Schalter in die Stellung NPN oder PNP. Den Prüfling steckt man unter strenger Beachtung der Anschlußfolge in die Fassung. Dann: Taster „Test“ drücken. Bleibt die LED dunkel, so ist der Transistor in Ordnung. Leuchtet die LED dagegen auf und geht auch beim gleichzeitigen Drücken des Tasters „Select“ nicht aus, so ist der Transistor unbrauchbar. Geht die LED dagegen beim Betätigen von „Select“ wieder aus, so hat der Transistor zwar einen geringen Verstärkungsfaktor, er eignet sich aber für Schalteranwendungen.
Der Batterie wird nur während des Testvorgangs (beim Drücken von „Test“) Strom entnommen, so daß sie fast das ewige Leben hat. Eine Kontrolle des Batteriezustandes erfolgt durch Betätigen des Tasters „Test“, wenn kein Transistor in der Fassung ist. Die LED muß dann leuchten.

Inserenten-Verzeichnis

Anzeigenschluß für Heft ② :
22. September

Top-Angebote

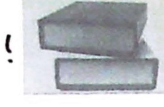
Preise für größere Stückzahlen auf Anfrage.

U. WYNEN

5144 Wegberg Dalheim-Rödgen
Waldweg 8

Ing.-Büro für Elektroakustik und Elektronik

Lieferung per Nachnahme. Preise einschl. MwSt. Mindestversandwert: DM 20,–



Metallgehäuse für Meßgeräte, Digitaluhren etc. Besonders formschön, Frontrahmen aus Kunststoff. Farben: beige, rot, blau, anthrazit. Standard: Krausellack (auf Wunsch gegen Aufpreis samtartige, elegante Oberfläche). Frontplatten Alu-mattiert. Tiefe bei größeren Stückzahlen nach Wunsch.
Größe I: H 56 x B 170 x T 205 DM 29,50
Größe II: H 79 x B 237 x T 260 DM 35,50

!!!

Lautsprecherchassis 8 Ohm
HiFi-Programm:
Spitzenqualität für geschlossene Boxen.

DMT-100 -Hochtonkalotte 50 W/1-20 kHz. DM 16,95
H 51 -Druckkammer-Horn 20 W/2,5-22 kHz ... DM 24,95
ST 77-03 -Konushochtoner 20 W/4-20 kHz/8 cm DM 6,95
16 TS-10 -Mitteltonkonus 30 W/400-6000 Hz 16 cm .... DM 13,75
5M 7A -Mitteltonkonus 30 W/1-10 kHz/12 cm DM 9,85
5M12 -Mitteltonkonus 40 W/800-13.000 Hz/ 11 cm .... DM 19,75
6A 25A -Breitband 15 W / 60-12.000 Hz 16 cm DM 25,50
8A 40A -Breitband 20 W / 35-17.000 Hz 20 cm DM 35,60

! 10 L 16 – Baßpumpe, 40 W/35-3.500 Hz 26 cm .... DM 59,50 ●

Profi-Programm
Das Top-Programm für HiFi und professionelle Musikanlagen von unübertroffener Leistung mit freitragenden Alu-Schwingspulen.
H 24 -Exponentialhorn 100 W/2-20 kHz/ ± 2 dB .... DM 52,75
H 23 A -Kalottenmittelton 100 W/600-16.000 Hz DM 29,95

Auto-tester 79,50 DM

Prüfung und Einstellung für alle 11 wichtigen Funktionen: Batterie, Anlasser, Lichtmaschine, Regler, Zündkreis primär, Unterbrecherqualität, Schließwinkel = Kontaktabstand, Drehzahl bis 1200/6000 Upm, auf Wunsch bis 12000 Upm, Zylindervergleichsmessung, Bordnetzkontrolle

Magnetsystem IM 301
Preisgünstiges Magnetsystem an der Grenze zur Spitzenklasse. Äußerst geringe bewegte Masse und hohe Abtastfähigkeit. Diamant mit 18 u Verrundungsradius. Internationale 1/2 Zoll-Befestigung. Hervorragendes Klangbild.
Frequenzgang 20 - 25.000 Hz ± 1,5 dB.
Auflagedruck 1 - 1,75 p.
Preis incl. Befestigungsmaterial ... DM 24,50
Ersatznadel .... DM 14,50

TK 30
Regelbare 3-Weg/12 dB Frequenzweiche mit 2 L-Reglern für Mittel- und Hochtonbereich. Belastbarkeit: 60 Watt, Übergangsfrequenzen: 1 kHz/5 kHz, bei 8 Ω Chassis, mit Feder-Anschlußklemmen DM 23,25

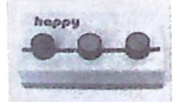
Stereobausatz 8 SA-1
Kompletter Bausatz zur Herstellung von 2 Dreiweg-Lautsprecherboxen ohne Holzteile.
Inhalt: 2 Woofer 180 mm
2 Mitteltöner 100 mm
2 Hochtöner 70 mm
Frequenzweichen, Feder-Anschlußklemmen, Anschlußleitungen, Befestigungsschrauben und Bauanleitung.
Frequenzbereich: 60-20.000 Hz
Leistung: 35 Watt
Impedanz: 8 Ohm
Für 2 Boxen 25-35 Liter .... DM 91,50

Knüller

10 CX 501 -25 cm 2-Weg-Koaxiallautsprecher mit Exponential-Hornhochtöner, 25-25.000 Hz. Übergangsfrequenz 5 kHz, Empfindlichkeit 102 dB, 8 Ohm, 25 W Reflexeinbau/ 50 W geschlossen. Bewegte Masse 24 g. Magnet: Baß 165.000 Maxw., 11.500 Gauß, Horn 13.500 Gauß, Gewicht 4,9 kg
DM 149,—

Stereobausatz 10 SA-1
Kompletter Bausatz für zwei Dreiweg-HiFi-Boxen ohne Holzteile
Inhalt: 2 Woofer 250 mm mit Rollsicke
2 Mitteltöner 120 mm
2 Hochtöner 70 mm
Frequenzweichen, Federanschlußklemmen, 2 x 4m Anschlußleitungen, Befestigungsschrauben, Bauanleitung.
Frequenzbereich: 40-20.000 Hz
Leistung: 50 Watt
Impedanz: 8 Ohm
Für 2 Boxen 30-60 Liter .... DM 149,50

AKAI AP-001
Professioneller Studioplattenspieler 300 mm Plattenteller, Riemenantrieb, Wow & Flutter 0,06%, Rumpeln ≡ 50 dB, 220 mm S-Tonarm, Lift-gedämpft in beiden Richtungen, Antiskating, laterales Ausgleichsgewicht, autom. Endabschaltung, Metallic-Zarge incl. stufenlos arret. Haube und Magnetsystem T 2001 mit Übertragungsbereich 15-25.000 Hz.
nur **DM 295,—**



Hervorragende Trennung zwischen den 3 Kanälen, dadurch optimaler Effekt. Einfacher Anschluß, sehr formschön, komplettes, anschlußfertig montiertes Gerät für max. 3 x 600 Watt/Kanal. Qualität zum Sensationspreis

→ nur DM 27,90

3-Kanal-Lichtorgel